



Mitko Helintö

# Vesimittarit rakennusautomaatiossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

2.5.2022

## Tiivistelmä

Tekijä:	Mitko Helintö
Otsikko:	Vesimittarit rakennusautomaatiossa
Sivumäärä:	15 sivua + 1 liitettä
Aika:	2.5.2022
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Ammatillisen pääaineen nimi
Ohjaajat:	Senior Project Engineer Aapo Ala-Kolu Lehtori Kristian Junno

---

Opinnäytetyön lähtökohta oli kehittää Schneider Electric Oy:n huolto-osastolle menetelmä, jolla saadaan korvattua vanhat Mbus/Modbus-muuntimet laadukkaammilla laitteilla. Tämä oli tarpeellista koska vedenkulutuksen mittausta oli toteutettu laitteilla, joita ei normaalisti käytetä. Työn tavoitteena oli saada ohjeistus Schneiderin huolto-osastolle ohjeistus, jolla korjaukset voi suorittaa henkilö, jolla ei ole aikaisempaa kokemusta asiasta.

Koska uusi laite käyttää tiedonsiirrossa eri protokollaa kuin vanha, tarvitsi tarvittavat ohjelmamuutokset myös kehittää, ja laatia molemmista ohjeistus jolla tässä asiassa kokematon henkilö pystyy tekemään korjaukset itsenäisesti. Samalla saadaan vakio-käytännöt kohteiden korjauksiin ja vian selvityksiin.

Työssä kehitettiin menetelmä, jolla huoltohenkilöstö voi suorittaa itsenäisesti Mbus/Modbus-muuntimien korvaustyön, ja huolto-osasto sai käyttöönsä ohjeistuksen, jolla se voi suorittaa muutostyöt.

Avainsanat: vesimittari, Modbus, Mbus, rakennusautomaatio

## Abstract

Author: Mitko Helintö  
Title: Water Meters in Building Automation  
Number of Pages: 15 pages + 1 appendices  
Date: 2 May 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering  
Professional Major: Automation technology  
Supervisors: Aapo Ala-Kolu, Senior Project Engineer  
Kristian Junno, Senior Lecturer

---

The main purpose of this thesis work was to develop a method for replacing MBus/ Modbus converters at service department of Schneider Electric. This method was necessary because old converters had to be replaced with better quality devices.

Because old devices use different type of data transfer protocol, it was necessary to develop modification to database, and create instructions about it. With these instructions service personnel could do repairs independently, and service department has standard method to do these repairs.

As result, the service department got instruction for replacing MBus/ Modbus converters. The instruction can be used even if service technician has no previous experience about replacing the converters.

Keywords: Water meter, Mbus/Modbus- converter,

# Sisällys

Lyhenteet	1
1 Johdanto	6
2 Vesimittarit rakennusautomaatiojärjestelmässä	6
2.1 Järjestelmän kokoonpano	6
2.2 M-Bus kenttäväylä	11
3 Korjausprosessin kehittäminen	12
4 Yhteenveto	16
Lähteet	17

## Lyhenteet ja käsitteet

- AS-B: Automaatiopalvelin. Rakennusautomaatiojärjestelmän ohjelmoitava CPU-moduli.
- AS-P: Automaatiopalvelin. Rakennusautomaatiojärjestelmän ohjelmoitava CPU-moduli, johon voidaan liittää I/O-moduleita.
- CPU: Central Processing Unit. Automaatiojärjestelmien osa, joka ohjaa siihen liitettyjä laitteita.
- CRC-tarkistussumma: Cyclic redundancy check, siirrettävästä datasta lasketaan summa, joka vastaa yhtä tavua tai kokonaista pakettia. Sillä ehkäistään datan siirron aikana tulevia häiriöitä.
- M-Bus: Kenttäväylä, joka yhdistää siihen kytketyt laitteet toisiinsa, ja muuhun automaatiojärjestelmään.
- M-Bus/Modbus-muunnin: Laite, joka muuntaa M-Bus kenttäväylää käyttävien vesimitareiden informaation Modbus-protokollaan.
- Modbus: Tiedonsiirtoväylä, jonka välityksellä sitä tukevat laitteet kommunikoivat keskenään.

# 1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on kehittää Schneider Electric Oy:n huolto-osastolle menetelmä, jolla korvataan vanhat herkästi vikaantuvat M-Bus/Modbus-muuntimet kestävämmillä Anybus-muuntimilla. Tälle on tarvetta, koska kohteita, joissa vedenkuluksen mittaaminen on toteutettu kyseisellä laitteistolla, on kymmeniä, ja muuntimia on suurimmassa osassa kahdesta kolmeen. Tällöin mahdollisten vikaantuvien laitteiden massa on suuri, ja varsinkin kun vanhojen laitteiden käyttöikä on osoittautunut lyhyeksi. Niiden korjaamiseksi ei myöskään ollut ratkaisua, koska järjestelmän kokoonpanossa on laitteita, joita ei normaalisti käytetä rakennusautomaatiojärjestelmässä. Tästä johtuen näille kohteille ei ollut vakiintunutta korjaustapaa, kun laitteisto ei ollut huoltohenkilöstölle tuttua, ja kokemus niistä puuttui. Tässä työssä kehitettiin huoltohenkilöstölle korjaustapa ja ohjeistus, jolla kohteita saadaan korjattua, vaikka kokemusta laitteista ei olisi.

## 2 Vesimittarit rakennusautomaatiojärjestelmässä

Huoneistokohtaiset vesimittarit tulivat pakollisiksi uudiskohteissa vuonna 2011 kun ympäristöministeriön antama asetus tuli voimaan. Asetus vaati asuntokohtaiset vesimittarit myös vanhempiin kohteisiin vuodesta 2013 alkaen, kun kohteeseen tehdään linjasaneeraus. Asetuksessa säädettiin vesimittarit pakollisiksi myös liike- ja toimisto-kiinteistöihin (1.).

EU:n energiatehokkuusdirektiivi, joka tuli voimaan 2018, vaatii että vesimittarit ovat etäluettavia vuoteen 2027 mennessä (1.)

Vesimittareita voidaan käyttää kulutusseurannan lisäksi myös havaitsemaan kiinteistön vesivuotoja. Myös asuntokohtainen laskutus käytetyn veden määrästä on mahdollista, kun jokaisessa asunnossa on etäluettavat mittarit. (1.)

### 2.1 Järjestelmän kokoonpano

Vesimittausjärjestelmä koostuu vesimittarista, M-Bus/Modbus-muuntimesta ja CPU-yksiköstä. CPU yksikköinä on tässä työssä käytetty Schneider Electricin EcoStruxure

Building Operation järjestelmän AS-P ja AS-B automaatiopalvelimia, sekä Schneider Electric Harmony HMISTU855 näyttöpaneelia. (4.) Kuvassa 1 on automaatiopalvelin AS-P. (2.) Kuvassa 2 on automaatiopalvelin AS-B, jossa on sisäänrakennetut I/O-pisteet. (3.)



Kuva 1. AS-P-automaatiopalvelin. (2.)



Kuva 2. AS-B-automaatiopalvelin. (3.)



Kuva 3. Harmony HMI. (4.)

Kuvassa 3 on Magelis-kosketusnäyttöpaneeli, jota käytetään alakeskuksien ovissa.

Järjestelmiä on toteutettu kahdella eri tavalla. Ensimmäisessä toteutuksessa on käytetty Harmony HMISTU855-näyttöpaneelia, M-Bus/Modbus-muunninta ja BMeters RFM-MB1 vesimittareita. Mittareiden käyttämä M-Bus-väylä on kytketty M-Bus/Modbus-muuntimeen, ja se on yhdistetty näyttöpaneeliin käyttämällä Modbus-protokollaa. Laitteisto ei ole yhdistetty varsinaiseen rakennusautomaatiojärjestelmään, vaan se toimii täysin itsenäisesti. Tämä rajaa pois etäkäytön mahdollisuuden, joten mittarilukemat on käytävä lukemassa näytöltä kohteessa.

Toisessa toteutuksessa on käytetty AS-P ja AS-B automaatiopalvelimia, M-Bus/Modbus-muunninta ja BMeters RFM-MB1 vesimittareita. Tässä toteutuksessa M-Bus/Modbus- muunnin on kytketty Modbus-protokollaa käyttäen automaatiopalveleihin. Automaatiopalvelimet ohjaavat myös muuta rakennusautomaatiojärjestelmää, joten vesimittarit ovat kiinteä osa koko järjestelmää. Tämän etuna on se, että kyseisiin järjestelmiin saadaan etäkäyttö Schneiderin eValvomo-pilvipalvelun kautta. Tämä mahdollistaa mittarilukemien lukemisen millä tahansa laitteella, jossa on verkkoyhteys. Kohteessa ei siis tarvitse käydä mittareita lukemassa.

Etäluettavia vesimittareita on väyläteknikkaan perustuvia ja impulssimittareita. Impulssimittari lähettää pulssin, joka vastaa tiettyä vesimäärää, joka on kulkenut mittarin läpi. Tämän toteutuksen etu on sen yksinkertainen rakenne, sekä se että käyttöönotto on nopeampi. Impulssimittarilla tehtävä kulutuksenseuranta ei tarvitse kuin kaapeloinnin mittarin ja automaatiopalvelimen väliin, ja siihen yksinkertaisen ohjelman, joka laskee pulssit, laskee kokonaiskulutuksen kertoimen perusteella, joka on aseteltu siihen käytössä olevan mittarin mukaan, ja muuttaa sen kulutuslukemaksi automaatiojärjestelmän grafiikalle, josta se voidaan lukea.

Huonona puolena on, että jos mittarin ja automaatiopalvelimen välinen yhteys katkeaa, eivätkä pulssit välity perille kaapelirikon, sähkökatkon tai automaatiopalvelimen vikaantumisen takia, eivät lukemat enää täsmää mittarin ja automaatiopalvelimen välillä. Tällöin lukemat on täsmäytettävä lukemalla mittari paikallisesti, ja muuttamalla lukemat automaatiopalvelimelle. Tämä toteutus vaatii kaapeloinnin erikseen jokaiselta mittarilta automaatiopalvelimelle, samoin kuin kiinteän kytkentäpisteen alakeskuksessa. Tämä saattaa suurissa kohteissa, joissa mittareita on paljon, tarkoittaa erittäin suurta työmäärää, ja tarvitsee paljon kytkentäpisteitä. Impulssimittarit sopivat kohteisiin, joissa mittareita ei ole paljon, ja niiden paikallinen lukeminen on helppoa.



Kuva 4. M-Bus-väylään perustuva vesimittari. (5.)

M-Bus-vesimittarin hyödyt verrattuna impulssivesimittariin on siinä, että kulutuslukemat ovat mittarissa. Tällöin mahdolliset katkokset mittarin ja automaatiopalvelimen välillä ei vaikuta kulutuslukemaan automaatiojärjestelmässä. Mahdollisen katkoksen tapahtuessa, vesimittarin sen hetkinen lukema säilyy mittarissa. Kun yhteys mittarin ja automaatiopalvelimen välille asennettuun M-Bus/Modbus-muuntimeen palaa, kysyy muunnin kultakin mittarilta järjestyksessä mittarilukeman, joka päivittyy automaatiojärjestelmään. Tällöin lukemat mittareissa ja automaatiojärjestelmässä ovat samat, eikä erillistä täsmäytystä tarvitse tehdä.

Tämä toteutus on kaapeloinnin osalta helpompi. M-Bus-mittariväylä tarvitsee kaapelista vain yhden parin, ja koska mittarit on kytketty sarjaan, riittää niille vain yksi kaapeli, joka kytketään M-Bus/Modbus-muuntimeen. Samassa kaapeliparissa kulkee myös mittareiden tarvitsema käyttöjännite 39 V. (6.) Kaapeliksi soveltuu esimerkiksi Nomak 2x2x0,5 mm<sup>2</sup>-instrumentointikaapeli. Toteutus on työläämpi ottaa käyttöön, koska se vaatii muuntimen konfiguroinnin, johon kuuluu mittareiden etsiminen M-Bus/Modbus-muuntimeen ja niiden Modbus-rekistereiden luominen PLC-yksikköön.

Jos järjestelmässä käytetään M-bus-väylään perustuvia mittareita, pitää silloin käyttää erillistä muunninta, joka muuntaa M-bus-väylältä tulevan datan Modbus protokollan mukaiseksi. Tämä tarvitaan koska tässä käytössä olevat laitteet eivät suoraan lue M-bus kenttäväylää. Tässä työssä oli käytössä ADFWEB HD67029M-485-80- ja Anybus 025070-C- muuntimet. Vanhat muuntimet käyttävät Modbus RTU protokollaa, ja Anybus-muunnin, joka korvaa vanhat ADFWEB-muuntimet käyttävät Modbus TCP/IP-protokollaa.

Vaikka vanhat muuntimet käyttävät laitteiden väliseen tiedonsiirtoon Modbus RTU-protokollaa, ja korvaavan laitteen vaihto olisi ollut pienempi ja nopeampi työ, päädyttiin korvaavissa laitteissa Modbus TCP/IP-protokollaa käyttäviin muuntimiin. Tämä oli perusteltua koska kyseisen ratkaisun käyttämä tiedonsiirto on muissa sovelluksissa havaittu olevan vakaampi, ja paremmin toimiva. Tämän takia oli perusteltua vaihtaa tiedonsiirtoprotokollaa. Markkinoilla on runsaasti eri valmistajien muuntimia, joiden hintahaarukka on todella laaja, 200 euron, ja 1500 euron välillä. Tämä piti ottaa huomioon laitteita valittaessa, koska jos korjattavassa kohteessa joudutaan vaihtamaan kaikki siellä olevat muuntimet, nousee työtuntien kanssa kokonaiskustannus asiakkaalle todella korkeaksi. Laite, joka valittiin vanhat muuntimet korvaavaksi laitteeksi,

on keskihintainen, ja muissa rakennusautomaatioissa käytettävissä sovelluksissa todettu laadukkaaksi, ja kestäväksi.

Modbus-protokollassa on kaksi erilaista versiota, Modbus serial ja Modbus TCP. (7) Niiden erona on datan siirrossa käytettävä kapselointi. Toimintokutsut ja tietomallit ovat molemmilla samat. Järjestelmään määritetään rekisterit, joille on määritelty tietty toiminto tai arvo. Järjestelmän Client-laite kysyy siihen liitetyiltä laitteilta näillä rekisterinumeroilla dataa, ja laitteet vastaavat rekisterinumeroa vastaavalla datalla.

Modbus RTU-protokollaa käyttävä väylä voidaan tehdä instrumentointikaapelilla esimerkiksi Nomak 2x2x0,5. Väylässä voi olla laitteita 250 johon on laskettu itse isäntä-laite. (7.)

Modbus TCP/IP verkko tehdään käyttämällä ethernet-kaapeleita. Tällöin maksimipituus laitteiden välillä on noin sata metriä, jonka ylittyessä pitää asentaa toistin, jollaiseksi käy normaali verkkokytin. (7.)

## 2.2 M-Bus kenttäväylä

M-Bus-väylän kehitti Horst Ziegler Paderbornin yliopistossa yhteistyössä Texas Instruments Deutschland GmbH- ja Techem GmbH-yritysten kanssa. (6.) M-Bus-tiedon siirtoväylää käytetään yleisesti erilaisissa kokoonpanoissa, joilla mitataan nesteiden tai kaasujen määrää tai virtaamaa. (6.) M-Bus-väylä on nimenomaan suunniteltu tätä tarkoitusta varten.

M-Bus-väylän etuina on se, että kentällä olevan mittalaitteen tarvitsema käyttöjännite siirtyy samalla kaapelilla laitteelle kuin siirrettävä data. Tällöin mittalaitteelle ei tarvita erillistä virtalähdettä, tai kaapelointia käyttöjännitteelle. Yhteen M-Bus-väylään voidaan liittää 250 laitetta, ja mikäli laitteita on enemmän, jaetaan laitteet tarvittavaan määrään eri väyliä. (6.) M-Bus-protokolla on käyttövarma, mittareiden virrankulutus on pieni ja se on edullinen rakentaa. Tämän takia se on laajasti käytössä erilaisissa mittaussovelluksissa.

M-Bus mahdollistaa väylän kytkennän joko tähtiverkkoon tai mittarilta mittarille kulkevaan väylään. Rengasverkko ei ole suositeltava. Verkkokaapeliksi soveltuu instrumentointikaapeli Nomak 2x2x0,5 kaapeli. Tässä työssä verkkokaapelina käytettiin

juuri tätä kyseistä kaapelia. M-bus-väylän pituus vaihtelee siihen kytkettyjen laitteiden määrästä riippuen kuten taulukossa yksi on kuvattu.

Taulukko 1. (6.)

<b>M-Bus laitteiden määrä</b>	<b>Maksimi kaapelin resistanssi</b>	<b>Maksimi kaapelin pituus</b>
<b>1</b>	8 kOhm	100 km
<b>10</b>	800 kOhm	10 km
<b>50</b>	160 kOhm	2,1 km
<b>100</b>	80 kOhm	1,06 km
<b>150</b>	53 kOhm	0,71 km
<b>200</b>	40 kOhm	0,53 km
<b>250</b>	32 kOhm	0,42 km

Myös datan siirrossa käytettävällä siirtonopeudella on vaikutusta väyläkaapelin pituuteen.

### **3 Korjausprosessin kehittäminen**

Koska uudet laitteet käyttivät eri tiedonsiirtoprotokollaa kuin vanhat, piti järjestelmän Modbus-rekisterit muokata vastaamaan uuden laitteen rekistereitä. Muutosten toimivuuden testaamiseksi rakennettiin testilaitteisto, joka koostui Harmony-kosketusnäyttöpaneelistä, vesimittarista, ethernet-kaapelista, MBus/Modbus-muuntimesta ja kosketusnäyttöpaneelin ja muuntimen tarvitsemasta tasajännitelähteestä niiden jännitelähteeksi. Testilaitteiston avulla voitiin muutokset koestaa heti, joka nopeutti prosessin kulkua.

Testilaitteiston kokoonpanon jälkeen tehtiin muutokset muuntimeen. Tämä tapahtui kirjautumalla tietokoneen selaimella ethernet-kaapelin välityksellä laitteeseen. Muuntimeen määriteltiin MBus-väylän asetukset. Näihin kuuluivat väylän käyttämä tiedonsiirtonopeus, mittariväylän lukemisen aikavälin, ja se käyttääkö muunnin mittareiden etsimiseen MBus-väylältä mittareiden primääri- vai sekundääriosoitteita. Kun asetukset oli määritelty käytettiin laitteen hakutoimintoa mittareiden etsimiseen muuntimelle. Kun mittari oli löytynyt, se näkyi muuntimen mittarilistauksessa, josta selvisi muuntimen mittarille antama Modbus-rekisteri. Tämän perusteella voitiin tehdä muutokset kosketusnäyttöpaneelin ohjelmaan.

Kosketusnäyttöpaneelin ohjelmaan lisättiin portti Modbus TCP/IP-protokollaa varten. Jokaisen vesimittarin kokonaiskulutuslukemalle on tehty ohjelmaan muuttuja, joka seuraa mittaria vastaavaa Modbus-rekisteriä. Koska tiedonsiirtoon tehtiin muutoksia, eivät rekisterit enää olleet toimivia, ja ne piti muuttaa vastaamaan uusia Modbus-rekistereitä. Laitteiden käyttöoppaiden perusteella määriteltiin kosketusnäyttöpaneeliin muuttujille uudet rekisterit. Kävi ilmi, että MBus/Modbus-muuntimen mittarille antama rekisteri ei sellaisenaan ollut toimiva, vaan data, joka välittyi ei ollut oikeaa. Mittarilukeman oikea rekisteri löytyi, kun rekisteriä muutettiin, kunnes mittarin kokonaiskulutuslukema saatiin välittymään kosketusnäyttöpaneelin ja muuntimen välillä. Koska muokattavia muuttujien Modbus-rekistereitä voi olla kohteesta riippuen satoja, ja niiden muuttaminen on tehtävä jokaiselle muuttujalle erikseen, on se tarkkuutta ja aikaa vaativaa työtä. Koska pienikin virhe rekisterissä ei anna oikeaa lukemaa, tutkittiin mahdollisuutta käyttää muutoksien tekemiseen työkalua. Esimerkiksi Excel-taulukko-ohjelman käyttämisen mahdollisuutta rekistereiden muuttamiseen pohdittiin. Tämä päätettiin rajata työstä pois, ja jatkaa sen kehittämistä myöhemmin.

Koska vesimittarit sijaitsevat fyysisesti asuntojen sisällä, ja jokaisen mittarin lukeman tarkistaminen on suuri työ, piti pohtia miten varmistetaan että muutostyössä ei ole tapahtunut virheitä, ja että mittareiden lukemat ovat kosketusnäyttöpaneelissa oikeat. Tämä piti varmistaa koska asuntokohtaiset vesilaskut muodostetaan kosketusnäyttöpaneelissa olevien lukemien perusteella. Tämän varmistamiseksi hankittiin erillinen laite, joka lukee suoraan MBus-väylältä mittareiden lukemat. Kun lukemia verrattiin keskenään, voitiin varmistaa, että lukemat ovat oikein, ja että virheitä rekistereiden muutoksissa ei ollut tullut.

Vaikka AS-P ja AS-B-automaatiopalvelimien käyttö on huoltohenkilöstölle tuttua koska niitä käytetään rakennusautomaatiojärjestelmissä yleisesti, päätettiin rakentaa myös niistä testilaitteisto, ja tutkia miten muutokset niihin tehdään, ja ovatko Modbus-rekistereiden muutokset identtiset kosketusnäyttöpaneelin kanssa. Laitteisto koostui AS-P-automaatiopalvelimesta, sen teholähteestä, vesimittarista, ethernet-kaapelista, MBus/Modbus-muuntimesta ja sen jännitesyöttöön tarvittavasta tasajännitelähteestä. Automaatiopalvelimeen tehtiin vastaavat muutokset kuin Harmony-kosketusnäyttöpaneeliin, ja katsottiin vesimittareiden lukemat automaatiopalvelimeen tehdyiltä grafiikkakuvulta. Kuvassa 5 on esimerkki grafiikkakuvasta. Todettiin että lukemat eivät täsmää mittareiden kanssa, vaan ne antavat mittarilta väärää dataa. Myös automaatiopalvelimen rekistereitä jouduttiin muuttamaan, vaikka ne toimivat kosketusnäyttöpaneelissa. Havaittiin että muutos joka rekistereihin pitää tehdä ei ole laitteistojen välillä sama. Kun oikea rekisteri löytyi, vesimittareiden kokonaiskulutuslukemat välittyivät oikein. Tämä varmennettiin käyttämällä erillistä laitetta MBus-väylän lukemiseksi vastaavasti kuin kosketusnäyttöpaneelin kanssa. Koska AS-P- ja AS-B-automaatiopalvelimien ero on ainoastaan siinä, että AS-P käyttää ulkoisia I/O-moduuleita, ja AS-B:ssä on sisäänrakennetut I/O-pisteet, ei testilaitteistoa siitä tehty. Ohjelmiston osalta laitteiden toiminta on täysin samanlaista.

Vesimittarit A-talo

Sivu 1    Sivun 2

Asunto	Kylmävesi	Lämminvesi	Asunto	Kylmävesi	Lämminvesi
Asunto A1	60721.00 m <sup>3</sup>	44586.00 m <sup>3</sup>	Asunto A13	57085.00 m <sup>3</sup>	41908.00 m <sup>3</sup>
Asunto A2	35137.00 m <sup>3</sup>	59586.00 m <sup>3</sup>	Asunto A14	50479.00 m <sup>3</sup>	26512.00 m <sup>3</sup>
Asunto A3	32877.00 m <sup>3</sup>	38932.00 m <sup>3</sup>	Asunto A15	47681.00 m <sup>3</sup>	21484.00 m <sup>3</sup>
Asunto A4	36163.00 m <sup>3</sup>	28277.00 m <sup>3</sup>	Asunto A16	45292.00 m <sup>3</sup>	23364.00 m <sup>3</sup>
Asunto A5	38036.00 m <sup>3</sup>	48372.00 m <sup>3</sup>	Asunto A17	25343.00 m <sup>3</sup>	31211.00 m <sup>3</sup>
Asunto A6	29655.00 m <sup>3</sup>	20313.00 m <sup>3</sup>	Asunto A18	36638.00 m <sup>3</sup>	16520.00 m <sup>3</sup>
Asunto A7	20687.00 m <sup>3</sup>	2496.00 m <sup>3</sup>	Asunto A19	4754.00 m <sup>3</sup>	32983.00 m <sup>3</sup>
Asunto A8	19177.00 m <sup>3</sup>	9376.00 m <sup>3</sup>	Asunto A20	31461.00 m <sup>3</sup>	25209.00 m <sup>3</sup>
Asunto A9	42572.00 m <sup>3</sup>	44966.00 m <sup>3</sup>	Asunto B21	25399.00 m <sup>3</sup>	17438.00 m <sup>3</sup>
Asunto A10	-269.00 m <sup>3</sup>	46696.00 m <sup>3</sup>	Asunto B22	45737.00 m <sup>3</sup>	40379.00 m <sup>3</sup>
Asunto A11	58941.00 m <sup>3</sup>	23463.00 m <sup>3</sup>	Asunto B23	9121.00 m <sup>3</sup>	33030.00 m <sup>3</sup>
Asunto A12	15844.00 m <sup>3</sup>	11310.00 m <sup>3</sup>	Asunto B24	31521.00 m <sup>3</sup>	17733.00 m <sup>3</sup>

Kuva 5. AS-P ja AS-B vesimittarigrafiikka. (8.)

Kun molempien laitteistojen toiminta oli saatu varmennettua, ja muutosten toimivuus todettua, voitiin siitä laatia ensimmäinen versio ohjeistuksesta. Ohjeistuksen toimitusta testattiin asiakaskohteessa, koska testilaitteistoilla saadut tulokset olivat hyviä. Ohjeistuksen avulla kohde saatiin korjattua, mutta samalla todettiin, että siihen pitää tehdä lisäyksiä rekistereiden muutoksien selkiyttämiseksi. Ohjeistusta muokattiin niiden kokemusten perusteella, jotka saatiin, kun asiakaskohteita korjattiin. Samalla vesimittarijärjestelmien vianetsintään ja toimivuuden varmistamiseen saatiin käytäntö, jonka avulla kyseiset työt saadaan tehtyä.

Kohteita korjattaessa havaittiin, että ne voivat vikaantua monella eri tavalla, ja että kohteissa olevat MBus/Modbus-muuntimet eivät ole automaattisesti syy siihen, että vesimittareiden lukemat eivät päivyty mittareilta muuhun automaatiojärjestelmään. Vastaavia vikoja löytyi sekä laitteistoista, joissa käytettiin Harmony-kosketusnäyttöpaneelia, että niistä kohteista, joissa oli käytössä laitteisto, jonka kokoonpano oli AS-P- tai AS-B-automaatiopalvelin ja MBus/Modbus-muunnin. Vikoja löytyi myös vesimittareista, joissa mittari oli joko mekaanisesti jumittunut putkistosta kulkeutuneen kiinteän partikkelin vuoksi tai mittari oli sähköisesti vikaantunut, jonka seurauksena se ei antanut vedenkulutuksen kokonaiskulutuskokemaa muulle järjestelmälle lainkaan. Tämän pystyi toteamaan automaatiojärjestelmän grafiikalta koska vesimittarin lukema näytti nollassa, tai viivaa sen merkkinä, ettei kyseistä lukemaa voida lukea Modbus-rekisterin kautta.

Yhtenä vikakohteena olivat myös muuntimien vaatimat jännitteensyötön tasavirtalähteet. Niiden jännite laski alle muuntimien tarvitseman 24 VDC jännitteen, jolloin ne eivät enää toimineet.

Tyypillisin vika joka muuntimiin tuli, oli MBus-väylän jännite, joka laski alle vaaditun 39 VAC. Koska vesimittarit käyttävät tuota jännitettä käyttöjännitteensä, niiden toiminta häiriintyi ja ne alkoivat satunnaisesti jäädä näyttämään samaa lukemaa. Mittarit, jotka jäivät näyttämään samaa lukemaa, saattoivat vaihdella eri tiedonkyselykierrösten välillä. Tällöin havaittiin, että muuntimen korvaaminen uudella laitteella on ainoa tapa korjata vika. Mikäli referenssilaitte näytti samaa lukemaa, voitiin todeta, että vika on mittarissa itsessään, jolloin vian selvitys kohdistettiin vesimittariin. Tässäkin tapauksessa mittarin korvaaminen uudella oli ainoa vaihtoehto vian korjaamiseksi. Vesimittaria vaihdettaessa on otettava huomioon sitä tilattaessa, että siihen pitää asetella mittarin osoite samaksi, joka korvattavassa mittarissa on. Tällöin vesimittarin

vaihtaminen onnistuu ilman laitteiden ohjelmistojen muutoksia, ja työ onnistuu putki-asentajalta, joka vaihtaa kyseisen mittarin.

Kyseistä ohjeistusta tullaan kehittämään ja laajentamaan tämän työn ulkopuolella myös jatkossa sen toimivuuden ja hyödyllisyyden parantamiseksi. Kohteiden korjauksesta saatujen kokemusten pohjalta sitä tullaan laajentamaan koskemaan koko vianselvitysprosessi alusta loppuun käsittäen MBus-väylän vian selvityksen, sen jännitteenmittauksen, tasajännitelähteen jännitteen toteamisen, ja uuden mittarin tilaamisen. Ohjeisiin sisällytetään myös ohjeistus referenssilaitteen käyttämisestä. Kuvassa 6 on Anybus-muunnin, joita työssä käytettiin.



Kuva 6. Anybus MBus/Modbus-muunnin. (9.)

## 4 Yhteenveto

Insinööriyössä kehitettiin huoltohenkilökunnalle menetelmä, jolla voidaan korvata viikaherkät M-Bus/ Modbus-muuntimet paremmin kestäviin laitteisiin. Myös laitteet, joita vedenkulutuksen määrittämiseen käytettiin eivät olleet tuttuja huoltohenkilöille. Tämän pohjalta laadittiin ohjeistus, jonka avulla huoltohenkilöstö pystyy korjaamaan ja huoltamaan kohteita, joissa kyseinen laitteisto on käytössä. Ohjeistus on tärkeä myös asiakaspalvelun näkökulmasta. Sen avulla korjattavien kohteiden jono ei pääse ruuh-

kautumaan koska kohteet saadaan korjattua nopeammin. Tämän johdosta asiakaspalvelun laatu paranee, ja kohteiden korjaamiseen saatiin menetelmä, jolla voidaan vian selvitys kohteessa, voidaan tehdä kokonaisvaltaisesti.

Ohjeistusta koestettiin muutaman henkilön avulla. Heille annettiin tarvittavat laitteet ja ohjelmat, jonka jälkeen he itsenäisesti suorittivat kyseisen suorituksen. Heiltä saatu- jen kokemusten perusteella ohjeistusta muokattiin selkeämmäksi.

.

## Lähteet

1 Aatsalo, Johanna. 2020. Vedenkulutuksen mittaaminen muuttuu pakolliseksi. Rakennuslehti 2.11.2020. Verkkoaineisto. <<https://www.rakennuslehti.fi/2020/11/vedenkulutuksen-mittaaminen-muuttuu-pakolliseksi/>> Luettu 11.3.2022

2 Schneider Electric <<https://ecostruxure-building-help.se.com/bms/Topics/show.castle?id=10547&locale=en-US&productversion=1.8>> Verkkoaineisto. Luettu 11.3.2022

3 Schneider Electric <<https://ecostruxure-building-help.se.com/bms/Topics/show.castle?id=10930&locale=en-US&productversion=1.8>> Verkkoaineisto. Luettu 11.3.2022.

4 Schneider Electric <[3 https://www.se.com/ww/en/product/HMISTU855/touch-panel-screen-harmony-sto-stu-57-color/](https://www.se.com/ww/en/product/HMISTU855/touch-panel-screen-harmony-sto-stu-57-color/)> Luettu 11.3.2022.

5 <[4 https://koka.fi/vesimittarit/gsd-rfm-2/](https://koka.fi/vesimittarit/gsd-rfm-2/)> Luettu 11.3.2022.

6 Wired M-Bus specification. 2022. Verkkoaineisto. <<https://m-bus.com/documentation-wired/04-physical-layer>> Luettu 20.4.2022

7 What is Modbus, and how does it work. 2022. Verkkoaineisto. <<https://www.se.com/us/en/faqs/FA168406/>> Luettu 20.4.2022

8 eValvomo grafiikkakuva. 2021. Yrityksen sisäinen dokumentti. Schneider Electric.

9 <[https://www.anybus.com/products/gateway-index/specific-gateways/anybus-m-bus-to-modbus-tcp-gateway?gclid=EAlalQob-ChMI2N6ZkJSH-AIVn4xoCR0gyQydE-AAYAyAAEgKktfD\\_BwE](https://www.anybus.com/products/gateway-index/specific-gateways/anybus-m-bus-to-modbus-tcp-gateway?gclid=EAlalQob-ChMI2N6ZkJSH-AIVn4xoCR0gyQydE-AAYAyAAEgKktfD_BwE)>Verkkoaineisto. Luettu 11.3.