



Osku Saarensilta

Kiinteistön palovaroitinvalvonnan toteutus LoRaWAN-tekniikalla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

27.5.2025

Tiivistelmä

Tekijä:	Osku Saarensilta
Otsikko:	Kiinteistön palovaroitinvalvonnan toteutus LoRaWAN-tekniikalla
Sivumäärä:	26 sivua
Aika:	27.5.2025
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Automaatiotekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Reijo Leinonen Liiketoimintajohtaja Olli Mäkynen

Insinöörityön tavoite oli selvittää toimiva rajapinta rakennusautomaatiojärjestelmän ja jonkin markkinoilla olevan LoRaWAN-tekniikalla toimivan palovaroittimen välille sekä tutkia tällaisen ratkaisun tarjoamia mahdollisuuksia toimeksiantajalle ja kiinteistöjen omistajille. Aiheen teki ajankohtaiseksi lakimuutos, joka siirsi palovaroittimiin liittyviä vastuita asukkaalta kiinteistönomistajalle.

Aluksi perehdyttiin LoRaWAN-tekniikkaan ja lainsäädäntöön sekä etsittiin olemassa olevia ratkaisuja. Tietoa hankittiin verkkomateriaaleista ja valmistajien dokumentaatioista.

Toteutusvaiheessa luotiin rajapinta palovaroittimen ja automaatiojärjestelmän välille sekä ohjelmoitiin automaatiopalvelimelle tarvittavat muuttujat, hälytykset ja grafiikka-kuva. Suurin haaste työssä oli saada palovaroittimen lähettämää dataa käsittelevä dekooderi toimimaan.

Johtopäätöksenä todetaan, että tämän kaltaiselle ratkaisulle on markkinoilla tilausta varsinkin vuokra-asuntoyhtiöiden suuremmissa kohteissa. Järjestelmää voidaan tulevaisuudessa kehittää edelleen vaihtamalla palovaroitin lämpötilamittauksella varustettuun malliin ja lisäämällä tilojen olosuhdeseuranta samaan järjestelmään.

Avainsanat: LoRaWAN, Nexelec, palovaroitin, rakennusautomaatio, Schneider Electric

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Osku Saarensilta
Title: Implementing Fire Alarm Monitoring with LoRaWAN
Number of Pages: 26 pages
Date: 27 May 2025

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Automation Engineering
Supervisors: Reijo Leinonen, Senior Lecturer
Olli Mäkynen, Head of Department

This thesis work was inspired by changes in legislation concerning responsibilities of properties' fire alarm monitoring. Main objective was to create an interface between building automation system and a LoRaWAN fire alarm.

First, LoRaWAN-technology, relative legislation and existing solutions were studied. Information was gathered from the internet and documentation from manufacturers of the devices used in the thesis work.

In the implementation phase of the thesis project, the interface was created and relevant variables, alarms and a graphic image were programmed to the automation server. The greatest difficulty faced was the programming of a decoder that converted the data sent by the fire alarm.

As a result, interface between building automation system and a LoRaWAN fire alarm was created. There is demand for this kind of solution in the market, especially in the case of larger tenements. The system can be further developed by changing the fire alarm to a model with a temperature sensor and adding room temperature monitoring to the system.

Keywords: building automation, fire alarm, LoRaWAN, Nexelec, Schneider Electric

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Lähtökohdat	2
2.1	Rakennusautomaatio	2
2.2	LoRaWAN-tekniikka	3
2.3	Palovaroittimien lailliset vastuut	4
2.4	Olemassa olevat ratkaisut	5
3	Työn toteutus	6
3.1	Toteutuksen eteneminen	6
3.2	Työssä käytettävä laitteisto	6
3.3	Kokoonpanon rakentaminen	9
3.4	Automaatiopalvelimen käyttöönotto	10
3.5	Rajapintojen luominen	10
3.6	Oleellisten tietojen valitseminen ja käsittely tukiasemalla	15
3.7	Muuttujien, grafiikkakuvan ja hälytysten ohjelmoiminen automaatiopalvelimelle	19
4	Johtopäätökset	23
4.1	Tavoitteiden täytyminen ja jatkokehitys	23
4.2	Merkitys toimeksiantajalle ja asiakkaille	24
5	Yhteenveto	25
	Lähteet	26

Lyhenteet

- AppKey: *Application Key*. Salausavain LoRaWAN-laitteille.
- BACnet: *Building Automation and Control Networks*. Standardoitu rakennusautomaatiolle suunnattu tiedonsiirtoprotokolla.
- DevEUI: *Device Extended Unique Identifier*. Globaalisti uniikki laitetunniste.
- EBO: *Ecostruxure Building Operation*. Schneider Electricin rakennusautomaatiojärjestelmä.
- FBD: *Function Block Diagram*. Graafinen ohjelmointikieli ohjelmoitaville loogiikoille.
- fPort: *Frame Port*. Arvo, jota käytetään viestipakettien datatyypin identifioimiseen.
- I/O: *Input/Output*. Automaatiojärjestelmän kenttälaitteisiin kytketyt tulot ja lähdöt.
- IP: *Internet Protocol*. Sääntöjoukko, joka säätelee internetissä tai paikallisessa verkossa lähetettyjen tietojen muotoa.
- LoRaWAN: *Long Range Wide Area Network*. Internet of Things -laitteille suunnattu tiedonsiirtoverkko.
- RSSI: *Received Signal Strength Indicator*. Mittaus, joka ilmaisee langattoman signaalin vahvuuden vastaanottavalla laitteella.
- SNR: *Signal to Noise Ratio*. Järjestelmässä esiintyvän hyötysignaalin ja kohinasignaalin tehojen suhde.

1 Johdanto

Insinööri työ tehtiin JIS-Automationin Oy:n toimeksiannosta keväällä 2025. JIS-Automation on maanlaajuisesti toimiva yritys, jonka keskeisin toimiala on rakennusautomaatiourakointi. Työn päätavoite oli selvittää toimiva rajapinta Schneider Electricin EBO (Ecostruxure Building Operation) -rakennusautomaatiojärjestelmän ja jonkin markkinoilla olevan LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) -tekniikalla toimivan palovaroittimen välille sekä tutkia tällaisen ratkaisun tarjoamia mahdollisuuksia toimeksiantajalle ja kiinteistöjen omistajille. Aihe oli ajankohtainen, koska käynnissä on kahden vuoden siirtymäaika ennen vastuun palovaroittimien hankinnasta ja kunnossapidosta siirtymistä rakennuksen omistajalle 1.1.2026. Lisäksi tavoitteena oli – kun palovaroitin olisi saatu liitettyä EBO-järjestelmään – ohjelmoida automaatiopalvelimen tietokantaan sitä varten ohjelmapohja, joka sisältää tarpeelliset muuttujat, hälytykset ja grafiikkakuvan.

Työssä käytetyksi palovaroittimeksi valikoitui ranskalainen Nexelec Origin, koska siitä on saatavilla myös lämpötilamittauksella varustettu versio Origin+. Tämä tuo tulevaisuudessa mahdollisuuden palovaroitinseurannan ja JIS-Automationin jo tarjoaman LoRaWAN-tekniikalla toteutetun olosuhdeseurannan toteuttamiseen yhdellä laitteella. Palovaroittimen ja rakennusautomaatiojärjestelmän välisenä yhdyskäytävänä käytettiin Milesightin UG65-868M-EA-tukiasemaa, koska samanlaisia on JIS-Automationilla käytetty muissa LoRaWAN-ratkaisuissa.

Työ eteni ilman merkittäviä vastoinkäymisiä, ja sen tuloksena syntyi toimiva rajapinta palovaroittimen ja EBO-järjestelmän välille sekä valmis ohjelmapohja tällaisen ratkaisun käyttöönottamiseen. Ohjelmapohjan ja rajapinnan pohjalta JIS-Automation voi jatkaa konseptin kehittämistä asiakkaille tarjottavaksi tuotteeksi.

Insinööri työnteon puitteissa tehdyn tutkimuksen perusteella tällainen ratkaisu on monelle kiinteistönomistajalle palovaroittimien elinkaaren mittakaavassa kustannustehokas ja vaivaton tapa varmistaa palovaroittimien asianmukainen toiminta.

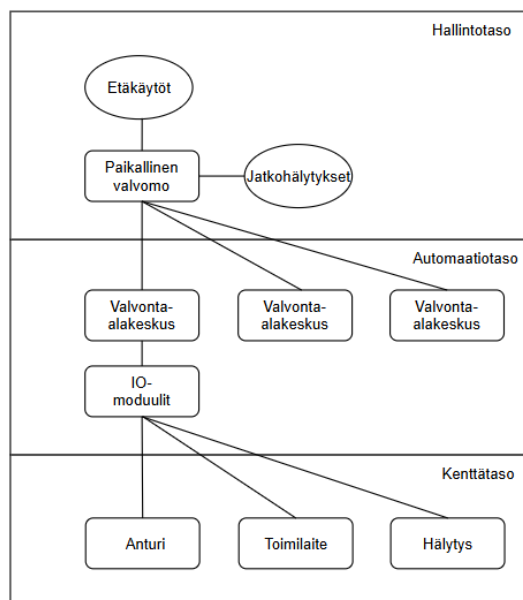
Vastaavia toteutuksia on jo olemassa, mutta EBO-järjestelmään liitettävää ratkaisua ei tutkimustyössä tullut ilmi.

2 Lähtökohdat

2.1 Rakennusautomaatio

Rakennusten taloteknisiä järjestelmiä, joista keskeisimpiä ovat ilmanvaihto ja lämmitys, voidaan ohjata rakennusautomaatiojärjestelmän avulla. Rakennusautomaatiojärjestelmään liitetään usein myös erilaisia hälytyksiä, kuten murto- tai palohälytyksiä, valaistusten, lukitusten ja sulanapitojen ohjauksia sekä tilojen olosuhdesäätöjä. Rakennusautomaatio on osa kiinteistöautomaatiota, johon kuuluu lisäksi järjestelmiä, joita ei yleensä ainakaan kokonaisuudessaan liitetä rakennusautomaatiojärjestelmään, esimerkiksi kulunvalvonta.

Rakennusautomaatiojärjestelmä toimii kolmessa tasossa. Nämä tasot on havainnollistettu kuvassa 1.



Kuva 1. Automaatiojärjestelmä toimii kolmessa tasossa.

Ylin taso on hallintotaso, joka toimii käyttäjän ja järjestelmän välisenä rajapintana. Hallintotasolla ovat esimerkiksi etä- ja paikallinen valvomo, joista käyttäjä voi seurata järjestelmän toimintaa ja tehdä siihen muutoksia.

Automaatiotaso toimii hallintotason ja kenttätason välillä. Tällä tasolla toimivat valvonta-alakeskuksissa olevat automaatiopalvelimet ja niihin liitetyt I/O (Input/Output) -moduulit. Automaatiotaso hoitaa järjestelmään liitettyjen prosessien ohjauksen muun muassa säätämällä toimilaitteita mittausten perusteella.

Kenttätasolla ovat järjestelmään kuuluvat anturit ja toimilaitteet. Niiden tehtävä on kerätä tietoa ylemmille tasoille ja suorittaa fyysiset säätötoimet automaatiotasolta tulevien ohjeiden mukaisesti.

Suomessa yleisesti käytettyjä rakennusautomaatiojärjestelmiä ovat esimerkiksi Fidelix, Siemens sekä tässä työssä käytettävä Schneider Electric.

2.2 LoRaWAN-tekniikka

LoRaWAN on langaton tiedonsiirtoverkko, joka soveltuu varsinkin nopeaan pienen datamäärien siirtoon. Sen keskeisiä ominaisuuksia ovat pieni tehonkulutus, kaksisuuntainen tiedonsiirto, laitteiden edullisuus ja pitkäikäisyys sekä käyttöönoton helppous. Verkossa toimivat anturit lähettävät tyypillisesti dataa 15–60 minuutin välein, ja niiden paristonkesto voi yltää kymmeneen vuoteen. [1.]

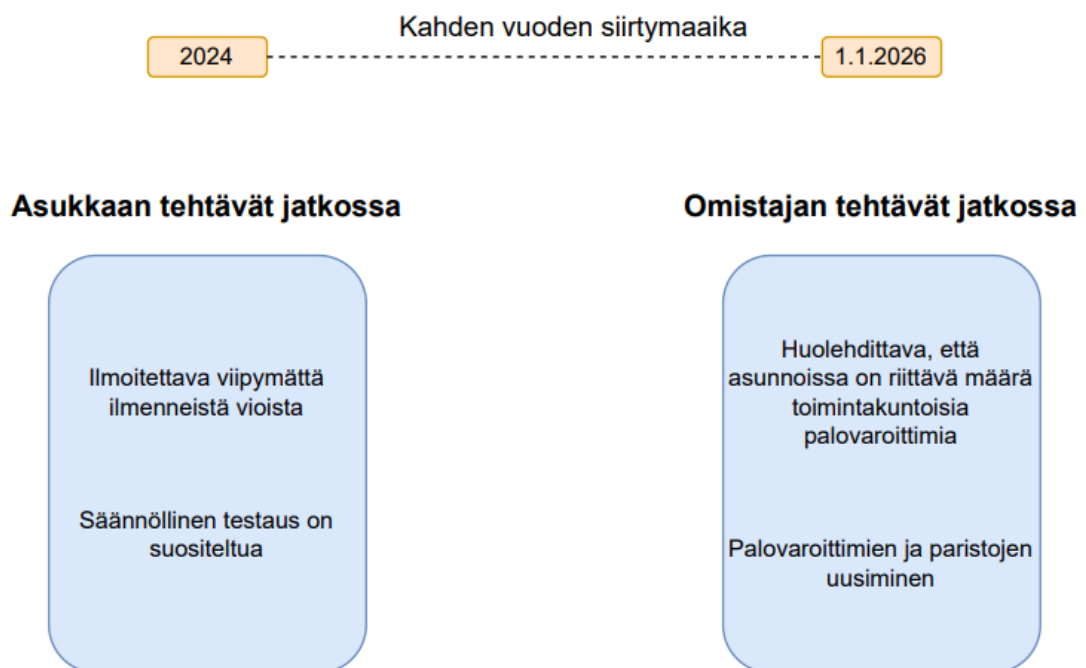
Maailmanlaajuista LoRaWAN-standardia hallinnoi LoRa Alliance -järjestö, johon kuuluu satoja jäsenyrityksiä ja -järjestöjä. Suomalainen Digita Oy on järjestön jäsen, ja se ylläpitää julkista LoRaWAN-verkkoa Suomessa.

Yleiskuuluvuus kattaa koko Suomen, ja hyvän kuuluvuuden alue peittää suurimman osan maasta. Erinomainen kuuluvuus kattaa asutuskeskukset ja muut oleelliset alueet. Julkisen maanlaajuisen verkon lisäksi erilaisiin tarpeisiin voidaan toteuttaa yksityisiä verkkoja. [2.]

Tässä työssä luotiin tukiaseman avulla paikallinen LoRaWAN-verkko, jolloin vältetään julkisen verkon käyttömaksuilta. Tämä on kustannustehokkain tapa liittää useita LoRaWAN-kenttälaitteita automaatiojärjestelmään.

2.3 Palovaroittimien lailliset vastuut

Tämän työn tekemisen aikaan oli käynnissä kahden vuoden siirtymäaika palovaroittimien laillisiin vastuisiin liittyen. Vastuu palovaroittimien hankinnasta ja kunnossapidosta siirtyy rakennuksen omistajalle 1.1.2026. Rakennuksen omistaja voi tässä olla esimerkiksi asunto-osakeyhtiö, asumisoikeusyhteisö tai kiinteistön omistaja. Keskeiset muutokset ja siirtymäaikaan liittyvät päivämäärät on esitetty kuvassa 2. Palovaroittimia koskevista vastuista säädetään pelastuslain (379/2011) luvun 3 pykälässä 17. Lain muutoksella tavoitellaan parannusta velvoitteiden toteutumiseen sekä sääntelyn selkeyttämistä. [3.]



Kuva 2. Rakennuksen omistajan vastuu palovaroittimien toiminnasta kasvaa siirtymäajan päättyessä 1.1.2026.

Aiemmin vastuullinen taho on ollut huoneiston haltija eli asukas. Muutokset vaikuttavat täten varsinkin asunto-osakeyhtiöihin ja vuokratyöyhtiöihin, joissa huoneiston haltija ja rakennuksen omistaja ovat eri taho. Käytännössä rakennuksen omistajan on jatkossa huolehdittava, että rakennuksen asunnoissa on riittävä määrä toimivia palovaroittimia, sekä suoritettava palovaroittimien ja niiden paristojen vaihto tarvittavin väliajoin. Asukkaan tehtäväksi jää ilmoittaa välittömästi havaitsemistaan vioista. Lisäksi asukkaan on suositeltua suorittaa palovaroittimille testaus säännöllisin väliajoin. [3.]

Lakimuutoksella ei ole vaikutusta laitteisiin kohdistuviin vaatimuksiin. Palovaroittimilta ei edellytetä esimerkiksi etäluettavuutta, ja rakennuksen omistajan vastuut voidaan täyttää käyttämällä perinteisiä paristokäyttöisiä palovaroittimia. Muutos ei myöskään vaikuta majoitus- ja hoitolaitoksien vastuisiin; näissä vastuu on jatkossakin toiminnanharjoittajalla. [3.]

2.4 Olemassa olevat ratkaisut

Yksi osa insinööriä oli tutkia jo olemassa olevia vastaavia toteutuksia. Selvisi, että markkinoilla on useita palovaroittimien etävalvontaa tarjoavia toimijoita. Mainitaan esimerkkinä Tryva [4]. Moni palveluntarjoaja, kuten Turvatek, käyttää Digitan julkisessa LoRaWAN-verkossa toimivia palovaroittimia [5]. Tällöin myydään palovaroittimen lisäksi erimittaisia etävalvontapalveluita, joihin liittyy käyttömaksuja.

Hyvin tämän työn tavoitetta vastaava ratkaisu löytyi myös jo markkinoilta. Suomalaisen automaatiojärjestelmätoimittajan Oumanin valikoimassa oli heidän automaatiojärjestelmänsä liitettävä toteutus, jossa käytettiin samoja palovaroittimia ja yhdyskäytävää kuin tässä työssä [6].

3 Työn toteutus

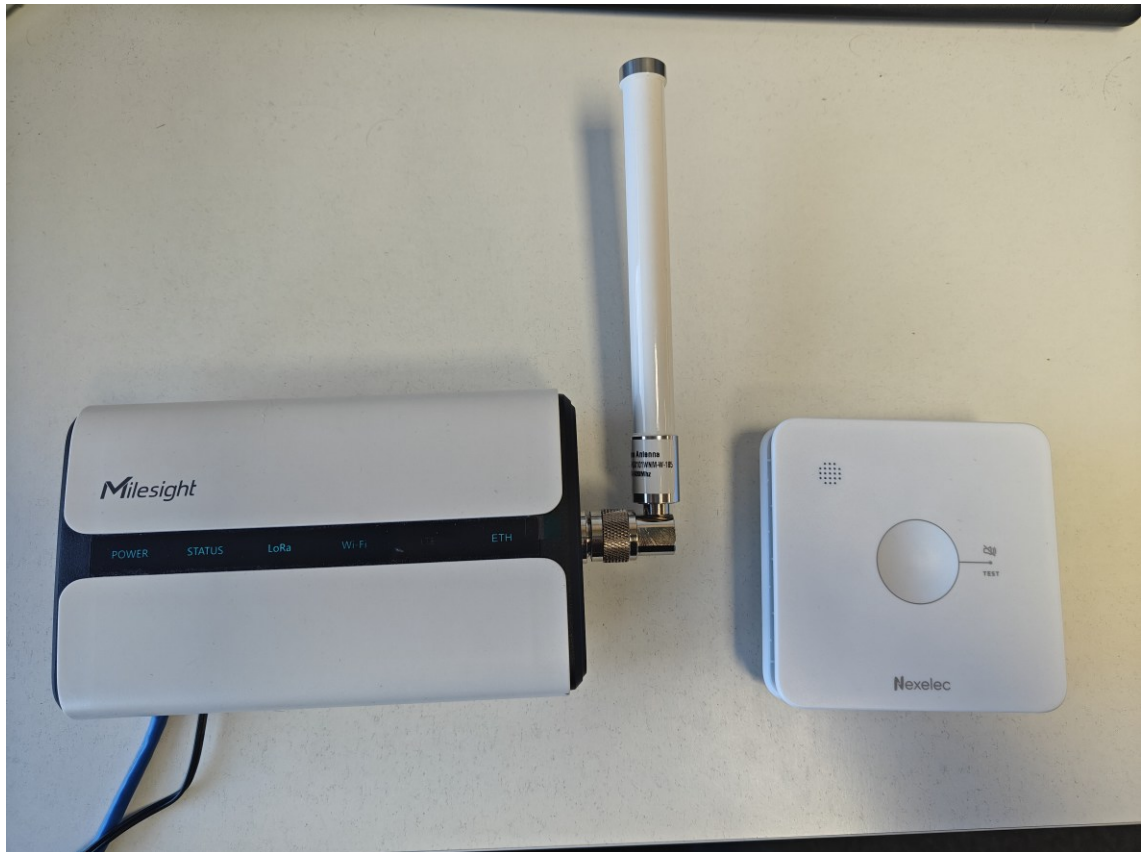
3.1 Toteutuksen eteneminen

Toteutusvaihe aloitettiin valitsemalla käytettävä laitteisto. Kun laitteisto oli saatu hankituksi, rakennettiin järjestelmän kokoonpano. Laitteiden käyttöönotto sisälsi muun muassa erilaisten yhteysasetusten konfiguroinnin.

Palovaroittimelta haluttavat tiedot valittiin, ja niiden kääntämiseen tukiasemalla kirjoitettiin dekooderi. Lopuksi automaatiopalvelimen tietokantaan ohjelmoitiin grafiikkakuva, hälytykset ja trendiseurannat.

3.2 Työssä käytettävä laitteisto

Käytettäväksi palovaroittimeksi valittiin ranskalaisen valmistajan Nexelec'in Origin-mallinen optinen savunilmaisin, joka on esitetty kuvassa 3. Laitteesta on saatavilla myös lämpötila- ja kosteusmittauksilla varustettu malli Origin+, joka tarjoaa mahdollisuuden liittää palovaroittimien valvonta ja huoneistojen olosuhteiden seuranta rakennusautomaatiojärjestelmään samoilla laitteilla. Origin ja Origin+ täyttävät standardin EN14604, mikä on vaatimus Suomessa myytävälle palovaroittimille [7].



Kuva 3. Vasemmalla Milesightin LoRaWAN-tukiasema, jonka kautta kuvassa oikealla olevan Nexelec'in palovaroitin tiedot siirrettiin automaatiopalvelimelle.

Laite voidaan asentaa huoneen seinälle tai kattoon. Kattoon asennettaessa laite tulee sijoittaa 50 senttimetrin etäisyydelle tilan kulmista tai muista esteistä. Seinäasennuksessa laitteen asennuskorkeuden tulee olla 30–60 senttimetriä katon alapuolella. [8.]

Palovaroitin toimii kahdella kiinteällä litiumparistolla, joita ei ole mahdollista vaihtaa. Paristojen käyttöiäksi valmistaja arvioi kymmenen vuotta, mutta sitä ei voida taata.

Palovaroitin ja automaatiopalvelimen välisenä yhdyskäytävänä käytettiin Milesightin UG65-868M-EA-tukiasemaa, joka tukee jopa 2000:ta yhteyttä. Valmistaja ilmoittaa laitteen LoRaWAN-kantamaksi enimmillään 15 kilometriä ja kaupunkiympäristössä noin kaksi kilometriä. Laitteen konfigurointi ja hallinta tapahtuu selainkäyttöliittymän kautta.

Työssä käytettiin Schneider Electricin automaatiojärjestelmää. Käytetyt laitteet on esitetty kuvassa 4. Järjestelmän älynä toimi automaatiopalvelin AS-P-NL. Automaatiopalvelimen ohjelmointiin käytettiin Workstation Building Operation -ohjelmaa.

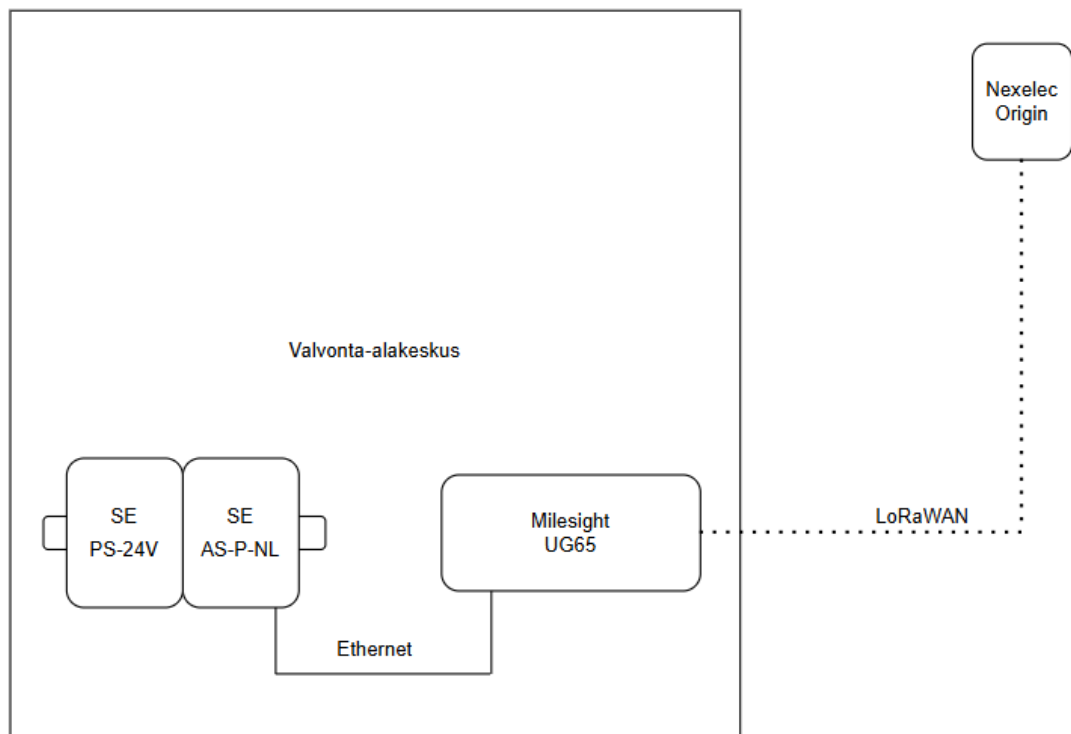


Kuva 4. Automaatiojärjestelmän äly ja tehrolähde kiinnitetään toisiinsa sekä DIN-kiskoon erillisten pohjalevyjen avulla, joten laitteiden irrottaminen on helppoa.

Automaatiopalvelin ja siihen liitettävät I/O-moduulit tarvitsevat PS-24V-tehrolähdemoduulin, joka muuntaa siihen syötetyn käyttöjännitteen tasaiseksi 24 voltin tasajännitteeksi. Yksi tehrolähde voi tuottaa enintään 30 watin tehon. Jos automaatiopalvelimen ja järjestelmään liitettävien I/O-moduulien yhteenlaskettu tehonkulutus kasvaa tätä suuremmaksi, on I/O-moduulien väliin lisättävä toinen tehrolähde.

3.3 Kokoonpanon rakentaminen

Kun tarvittava laitteisto oli hankittu, voitiin järjestelmän kokoonpano rakentaa kuvan 5 mukaisesti. Tukiasema yhdistettiin automaatiopalvelimeen Ethernet RJ45 -verkkokaapelilla. Todellisessa kohteessa tukiasema asennettaisiin samaan valvonta-alakeskukseen automaatiopalvelimen kanssa, mutta nyt ne asennettiin toimiston ikkunalaudalle.



Kuva 5. Kaaviokuva järjestelmän kokoonpanosta.

Jos valvonta-alakeskus sijaitsee kaukana LoRaWAN-kentälaitteista, voidaan tukiasema asentaa myös lähemmäs kentälaitteita, kunhan Ethernet-yhteys valvonta-alakeskukselle saadaan muodostetuksi. Palovaroittimien LoRaWAN-kan-tama on kuitenkin rakennuksen sisälläkin niin pitkä, että tukiasema voidaan asentaa valvonta-alakeskukseen.

3.4 Automaatiopalvelimen käyttöönotto

Laitteiden käyttöönotto aloitettiin automaatiopalvelimesta. Laitteelle ladattiin uusin ohjelmistoversio ja sen IP (Internet Protocol) -asetukset määritettiin kuvan 6 mukaisesti Schneider Electricin Device Administrator -ohjelman avulla.

The screenshot shows the 'Device Administrator' interface for a Schneider Electric device. The title bar indicates 'Building Operation Device Administrator (EBO v. 6.0.3.112)'. The main header includes 'Device Administrator' and status indicators for 'Server state' (Ok) and 'License status' (Ok). A navigation bar contains 'Servers' and 'Entitlements' tabs, along with icons for 'Upgrade Log', 'Conversion Log', 'Edit Connection', 'Change Password', and 'Console'. The device name 'AS216A' is displayed at the top of the configuration area. On the left, a sidebar lists various configuration categories: General, Network, Ethernet 1 Configuration, Ethernet 2 Configuration, SNMP Configuration, Firewall, Time, SSH Validation, Server Certificates, CA Certificates, SSL Settings, 802.1X Security, and BACnet/SC. The 'Network' section is selected, showing the following configuration details:

Field	Value
MAC Address:	00:50:06:2F:2A:E4
Active Address:	192.168.1.116
Active Subnet Mask:	255.255.255.0
Address Method:	Static
Domain Name:	
IP Address:	192.168.1.116
Subnet Mask:	255.255.255.0
IPv6 Address:	
Active Address:	fe80::250:6ff:fe2f:2ae4%br0/64
Address Method:	Auto

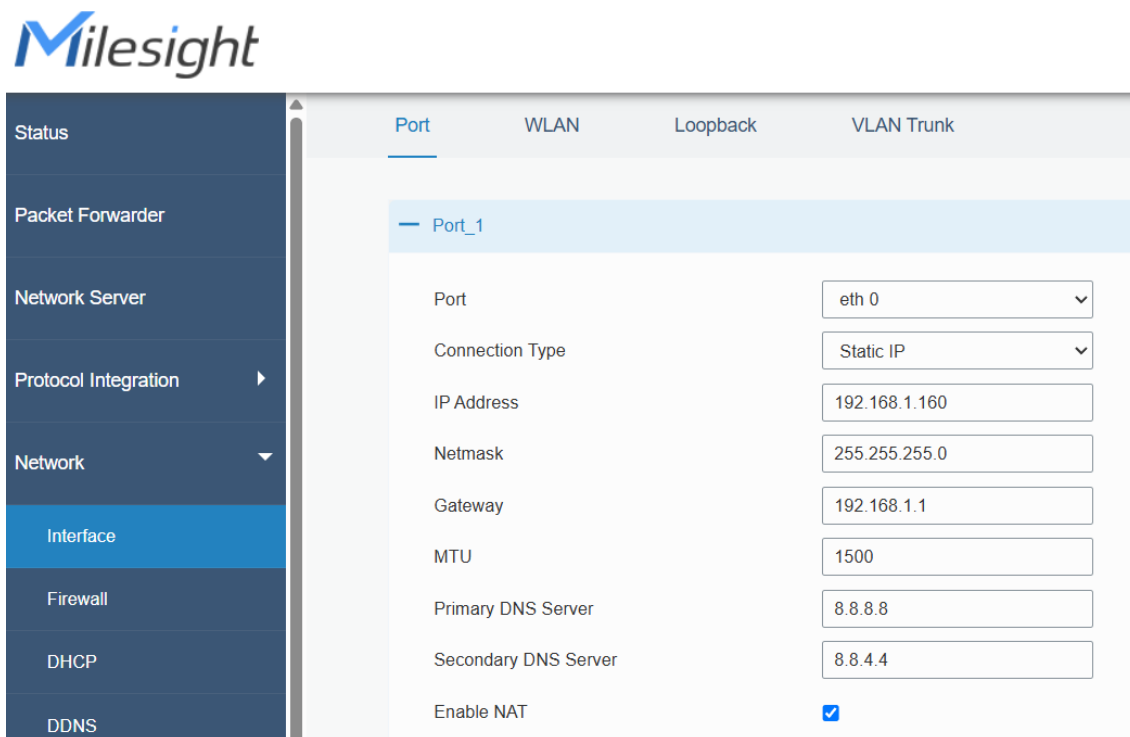
Kuva 6. Automaatiopalvelimen IP-asetukset määritettiin Device Administrator -ohjelmalla [9].

Tässä työssä laitteen molemmille Ethernet-porteille annettiin samat IP-asetukset, mutta tarvittaessa molemmille voidaan antaa omat asetuksensa. Käyttämällä Schneider Electricin Workstation Building Operation -ohjelmaa palvelimelle ladattiin JIS-Automationin käyttämä tietokantapohja, johon myöhemmin lisättiin BACnet (Building Automation and Control Networks) -väylä, ohjelmat ja grafiikat.

3.5 Rajapintojen luominen

Työn toteuttamiseksi oli luotava rajapinnat sekä palovaroittimen ja LoRaWAN-tukiaseman että tukiaseman ja automaatiopalvelimen välille. Ensin luotiin yhteys

automaatiopalvelimen ja tukiaseman välille. Tukiaseman konfiguroiminen aloitettiin kirjautumalla laitteen oman Wifi-verkon kautta selaimella osoitteeseen 192.168.1.1. Kirjautumiseen käytettiin laitteen takakannessa olevia oletuskäyttäjätunnusta ja -salasanaa. Ensimmäiseksi navigoitiin Network → Interface → Port ja muutettiin laitteen IP-asetukset kuvan 7 mukaisiksi.



Kuva 7. Tukiaseman IP-asetukset muutettiin vastaamaan automaatiopalvelimen IP-asetuksia [10].

Kirjautumiseen käytettävä salasana muutettiin Interface-valikon WLAN-välilehdellä, jossa voidaan tarvittaessa muuttaa myös laitteen Wifi-verkon asetuksia. Seuraavaksi navigoitiin Protocol Integration → BACnet Server → Server ja määritettiin tukiaseman BACnet-asetukset kuvan 8 mukaisiksi.

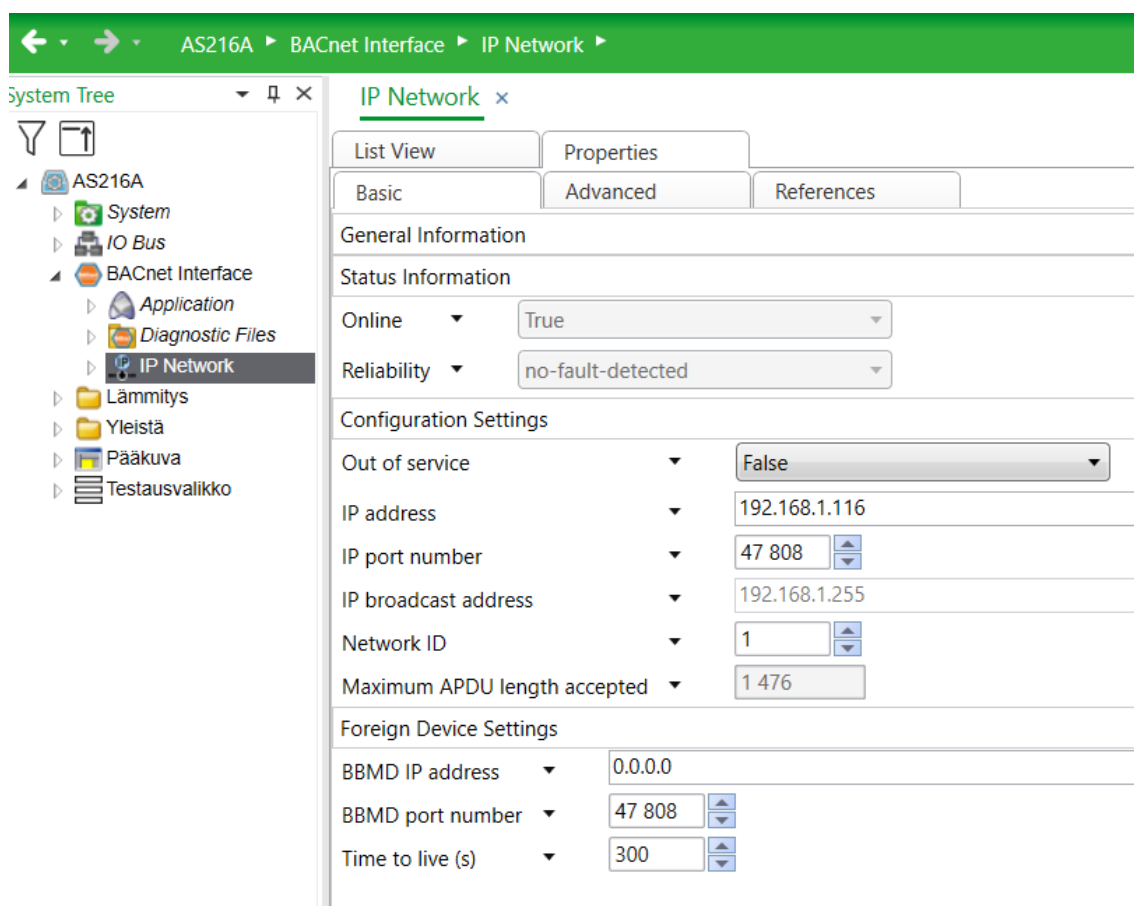


Server	BACnet Object
Server	
Enable	<input checked="" type="checkbox"/>
UDP Port	<input type="text" value="47808"/>
Device ID	<input type="text" value="5"/>
Device Name	<input type="text" value="UG65-6221D0843937"/>
BBMD	<input type="checkbox"/>
<input type="button" value="Save"/>	

Kuva 8. Tukiaseman BACnet-asetukset määritettiin [10].

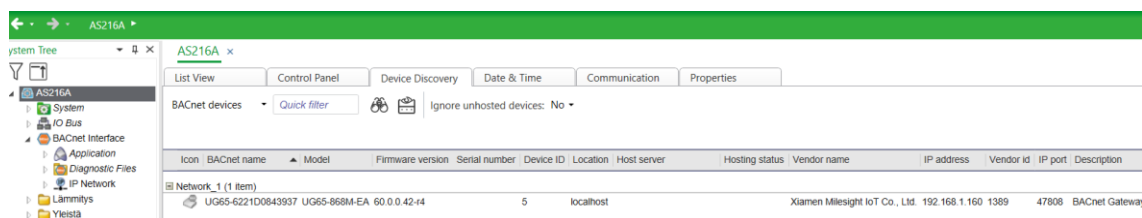
UPD-porttina voidaan käyttää myös oletuksena olevaa porttia 47810. Device ID:n valinnassa on otettava huomioon muut mahdollisesti automaatiojärjestelmään liitettävän BACnet-laitteet.

Kun tukiaseman konfigurointi oli suoritettu, kirjauduttiin automaatiopalvelimelle käyttämällä Schneider Electricin Workstation Building Operation -ohjelmaa. Ensimmäiseksi palvelimelle luotiin BACnet-rajapinta, jonka alle lisättiin IP Network eli BACnet IP -väylä. Väylän asetuksissa IP-osoitteeksi asetettiin automaatiopalvelimen IP-osoite ja IP-portiksi sama, joka aiemmin asetettiin tukiaseman UPD-portiksi. Asetusten valinta on esitetty kuvassa 9.



Kuva 9. BACnet IP -väylän asetukset automaatiopalvelimella [11].

Tukiasema liitettiin väylälle käyttämällä Device Discovery -toimintoa, jonka avulla voidaan etsiä automaatiopalvelimeen kytkettyjä BACnet-laitteita. Kuvassa 10 on esitetty Device Discoveryn näkymä, jossa näkyy löydetyn tukiaseman tiedoista esimerkiksi laitteen nimi ja ID-tunniste.



Kuva 10. Device Discovery on toiminto, jolla voidaan etsiä automaatiopalvelimeen kytkettyjä BACnet-laitteita [11].

Kun laite oli löydetty Device Discoveryyn avulla, se voitiin raahata IP Networkin alle. Tämän jälkeen tukiaseman ja automaatiopalvelimen välinen yhteys oli valmis.

Seuraavaksi luotiin yhteys palvaroitimen ja tukiaseman välille. Tukiaseman Network Server -valikon Profiles-välilehdellä luotiin laiteprofiili A-class device, jonka yhdistämistavaksi valittiin OTAA ja luokkatyypiksi Class A. Payload Codec -välilehdellä lisättiin Nexelec'in internetsivuilta löytynyt dekooderi. Dekooderi on JavaScript-kielellä ohjelmoitu skripti, jonka avulla LoRaWAN-laitteen lähettämä data muunnetaan selkeään muotoon.

Tämän jälkeen Device-välilehdellä palvaroitin lisättiin uutena laitteena, jolle määritettiin kuvan 11 mukaiset asetukset.

Device Name	Nexelec Origin
Description	Palvaroitin
Device EUI	70B3D540F6589D0C
Device-Profile	A-class_device
Application	Bacnet-forwarder
Payload Codec	Nexelec Origin
fPort	1
Frame-counter Validation	<input type="checkbox"/>
Application Key	08b39b58919b3cb1e64c5ad81c
Device Address	0610f12e
Network Session Key	78a96dfaf1165b6e09e69c5935t
Application Session Key	82e907cf0193226f520b0f07bd4
Uplink Frame-counter	3
Downlink Frame-counter	2

Save & Apply

Kuva 11. Lisättävälle LoRaWAN-laitteelle määritetään muun muassa laiteprofiili ja käytettävä dekooderi [10].

Palovaroittimen DevEUI (Device Extended Unique Identifier) löytyi esimerkiksi laitteen takakannesta, ja AppKey (Application Key) saatiin pyytämällä laitteen myyjältä. Näiden lisäksi laitteelle määriteltiin laiteprofiili ja käytettävä dekooderi. Palovaroitin kytkettiin päälle ja todettiin Network Server -valikon Device-välilehdellä, että se oli aktivoitunut ja saanut yhteyden tukiasemaan.

3.6 Oleellisten tietojen valitseminen ja käsittely tukiasemalla

Kun palovaroittimen ja tukiaseman välinen yhteys oli toiminnassa, lähdettiin tutkimaan, mitä tietoja palovaroittimelta on mahdollista saada ja mitä niistä halutaan hyödyntää. Tavoitteena oli saada automaatiojärjestelmään siirrettyksi tietoja mahdollisista vioista, pariston tilasta sekä palovaroittimen hälyttämisestä.

Nexelec Origin lähettää LoRaWAN-verkossa viestipaketteja, joita englanniksi kutsutaan nimellä Payload. Tukiasemalla nämä paketit, kuten b200010b782cdd, käännetään heksadesimaalimerkkijonosta ymmärrettävämpään muotoon. Kääntämiseen tarvitaan niin kutsuttu Payload Codec eli dekooderi, joka on JavaScript-kielellä ohjelmoitu koodi. Nexelecin verkkomateriaaleista löytyi valmis dekooderi, joka ei kuitenkaan tässä työssä toiminut toivotulla tavalla, koska se muunsi tiedot tekstimuuttujiksi. Dekooderi jouduttiin siis rakentamaan itse, mikä osoittautui työn suurimmaksi haasteeksi. Nexelecin dekooderista saatiin kuitenkin selville tiedot, jotka laitteen lähettämistä tietopaketeista on mahdollista siirtää automaatiojärjestelmään.

Saatavilla olevista tiedoista valittiin siirrettäviksi alla olevan luettelon mukaiset tiedot. Lisäksi automaatioon haluttiin siirtää tukiaseman ja palovaroittimen väliseen yhteyteen liittyviä tietoja, kuten signaali-kohinasuhde (SNR, Signal to Noise Ratio) ja signaalin voimakkuus (RSSI, Received Signal Strength Indicator). Tämän enempää tietoja ei haluttu siirtää, jotta tiedot voitiin esittää kompaktisti:

- laitteen vikahälytys
- savunilmaisimen hälytys
- pariston tila
- pariston varaus
- jäljellä oleva käyttöikä
- laitteen malli
- softwaren versio
- hardwaren versio
- laitteen kiinnityksen tila
- viimeisimmästä testauksesta kulunut aika.

Palovaroittimen lähettämien viestipakettien rakenne selvitettiin Nexelecin verkkosivuilta löytyvän online-dekooderin avulla [12]. Kun tiedettiin, missä kohdin viestipakettien merkkijonoja mikäkin tieto oli, voitiin kirjoittaa dekooderi. Osa tiedoista saatiin jo dekooderilla muutetuksi lopulliseen muotoonsa, mutta esimerkiksi viimeisimmästä testauksesta kuluneen ajan arvo oli riippuvainen kolmesta viestipaketin merkistä. Tästä syystä osa tiedoista siirrettiin automaatiojärjestelmään lukuina, jotka muutettiin lopulliseen muotoon automaatiojärjestelmän ohjelmassa.

Dekooderissa määritellään funktio Decode, joka palauttaa halutut tiedot sisältävän muuttujan decoded. Ensin kuvassa 12 esitetyllä funktiolla hexToBytes muutetaan heksadesimaalimerkkijono muuttujaksi bytes, joka sisältää merkkijonon pituuteen verrannollisen määrän tavuja taulukkomuodossa.

```

1 ▾ function Decode(fPort, bytes) {
2
3 ▾   function hexToBytes(hex) {
4 ▾     for (var bytes = [], c = 0; c < hex.length; c += 2) {
5       bytes.push(parseInt(hex.substr(c, 2), 16));
6     }
7     return bytes;
8   }
9
10  var decoded = {};

```

Kuva 12. Ensimmäiseksi dekooderi muuntaa viestipaketin sisällön tavuiksi.

Nexelec Origin käyttää viestipakettien lähettämiseen fPortia (Frame Port) 56, joten dekooderi ohjelmoitiin toimimaan vain, kun saapuvan viestin fPort on 56. Viestipakettien kolmas ja neljäs merkki kertovat viestin tyyppin, joten nyt tämä tieto löytyi muuttujan bytes tavusta yksi. Arvon ollessa nolla kyseessä on Product status -tyypin viesti, joka sisältää muun muassa tiedon laitteen mallista. Jos kyseessä on Smoke alarm -tyypin viesti, kyseinen arvo on kaksi. Muun tyyppisissä viesteissä ei ollut tässä työssä tarvittavia tietoja. Kuvasta 13 näkyy ohjelman osa, jossa Product status -viestin tietoja lisätään decoded-muuttujaan. Ohjelmassa on vastaava osa Smoke alarm -viestissä olevia tietoja varten.

```

12 ▾   if (fPort === 56) {
13
14 ▾     if (bytes[1] === 0) {
15
16         var prod = (bytes[0]);
17         decoded.product = prod-176;
18
19         var mess = (bytes[1]);
20         decoded.message = mess;
21
22         var hw = (bytes[2]);
23         decoded.hwv = hw;
24
25         var sw = (bytes[3]);
26         decoded.swv = sw/10;
27

```

Kuva 13. Viestipaketeista halutut tiedot lisätään dekooderin palauttavaan decoded-muuttujaan.

Dekooderin lopussa decoded-muuttujaan lisätään muun muassa palvaroittimen DevEUI. Kuvassa 14 on esitetty eräs viestipaketti ja sitä vastaava dekooderin palauttama arvojoukko.

Payload(hex)	b200010b782cdd
JSON	<pre>{ "byte5": 44, "devEUI": "70b3d540f6589d0c", "hww": 1, "lifetime": 120, "message": 0, "product": 2, "rssi": -50, "snr": 13.8, "spreadfactor": 7, "swv": 1.1, "voltage": 3105 }</pre>

Kuva 14. Dekooderi palauttaa viestipaketille b200010b782cdd kuvan mukaisen arvojoukon.

Seuraavaksi luotiin tukiasemalla siirrettäviä tietoja vastaavat BACnet-objektit. Tukiaseman valikossa navigoitiin Protocol Integration → BACnet Server → BACnet object. Add-painikkeella lisättiin objektit yksi kerrallaan, mutta kaikkien tarvittavien objektien lisääminen kerralla on myös mahdollista. Kuvassa 15 on esitetty objekteille annettavat parametrit.

BACnet Object	
Device Name	Nexelec Origin
LoRa Object	lifetime
Object Name	Nexelec Origin.lifetime
Object Type	Analog-Input
Units	no-units
Description	70B3D540F6589D0C
COV	<input checked="" type="checkbox"/>
COV Increment	0.01
<input type="button" value="Save & Apply"/>	

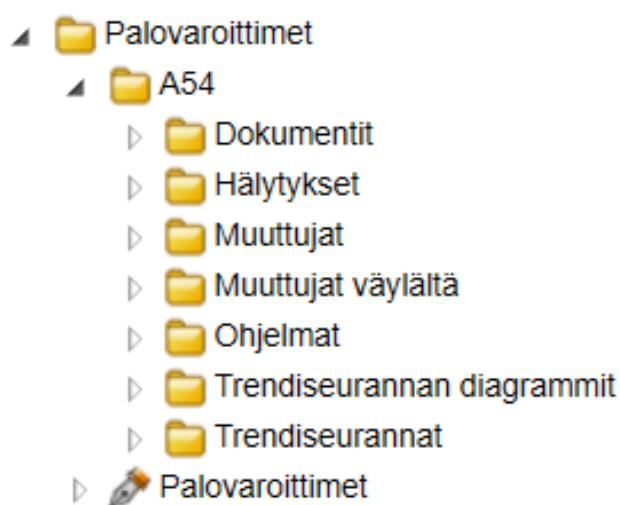
Kuva 15. BACnet-objekteille määritettiin muun muassa nimi ja objektin tyyppi [10].

Objektin nimi muodostuu parametrien Device Name ja LoRa Object yhdistelmästä. Kaikille objekteille valittiin tyypiksi Analog-input. Objektien kuvauksiksi asetettiin palovaroittimen DevEUI.

3.7 Muuttujien, grafiikkakuvan ja hälytysten ohjelmoiminen automaatiopalvelimelle

Kun BACnet-objektit oli luotu tukiasemalle, ne saatiin näkymään automaatiojärjestelmässä suorittamalla aiemmin automaatiopalvelimen tietokantaan lisätylle laitteelle toiminto Upload all objects. Objektien nimiä voidaan tarvittaessa muuttaa myös tietokannassa.

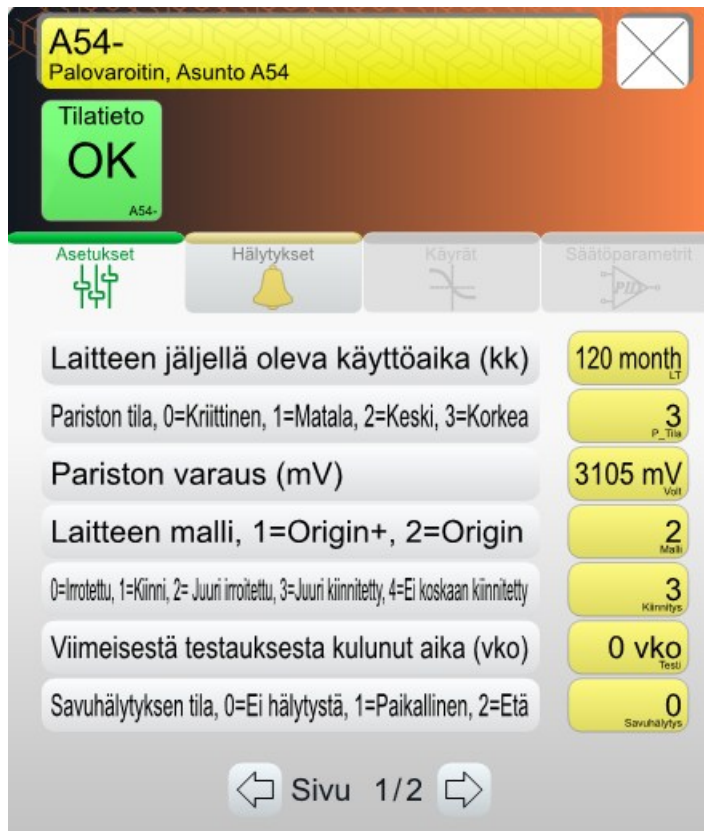
Tietokantaan lisättiin kansio Palovaroittimet, johon luotiin kuvitteellisen asunnon A54 palovaroittimen kansio. Tähän kansioon lisättiin kuvan 16 mukaiset alikansiot. Grafiikkakuvan pohja tehtiin käyttämällä JIS-Automationin sisäistä työkalua ja se lisättiin tietokantaan.



Kuva 16. Palovaroittimien kansion rakenne automaatiopalvelimen tietokannassa.

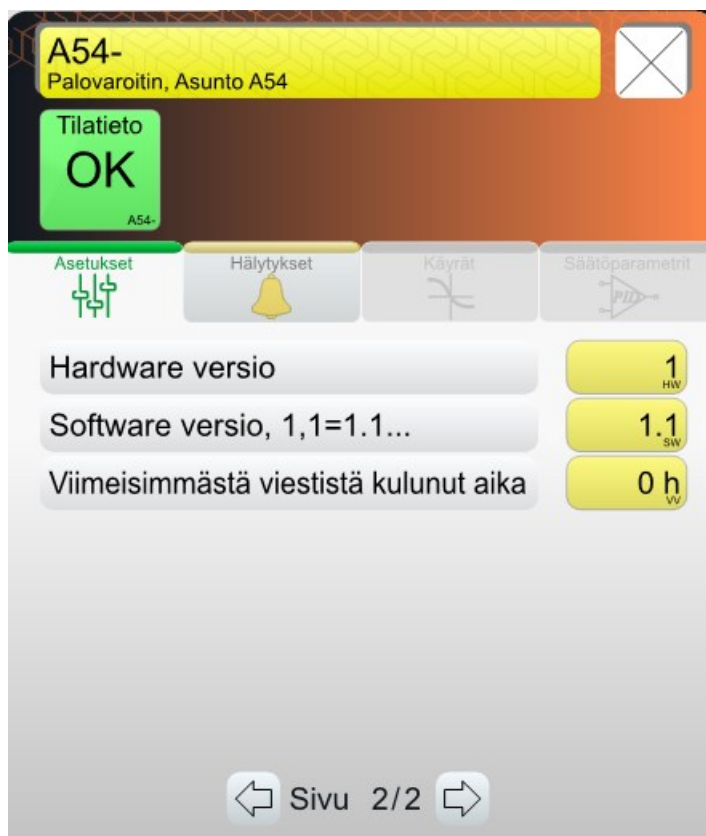
Muuttujat väylältä -kansioon ohjelmoitiin välimuuttujat BACnet-muuttujia varten. Osaa näistä voitiin käyttää sellaisenaan, mutta osaa varten piti luoda FBD (Function Block Diagram) -ohjelma, jolla tiedot muunnettiin lopulliseen

muotoonsa. Ohjelmallisesti saaduille muuttujille luotiin oma kansio. Grafiikalla esitettävät tiedot on havainnollistettu kuvissa 17 ja 18.



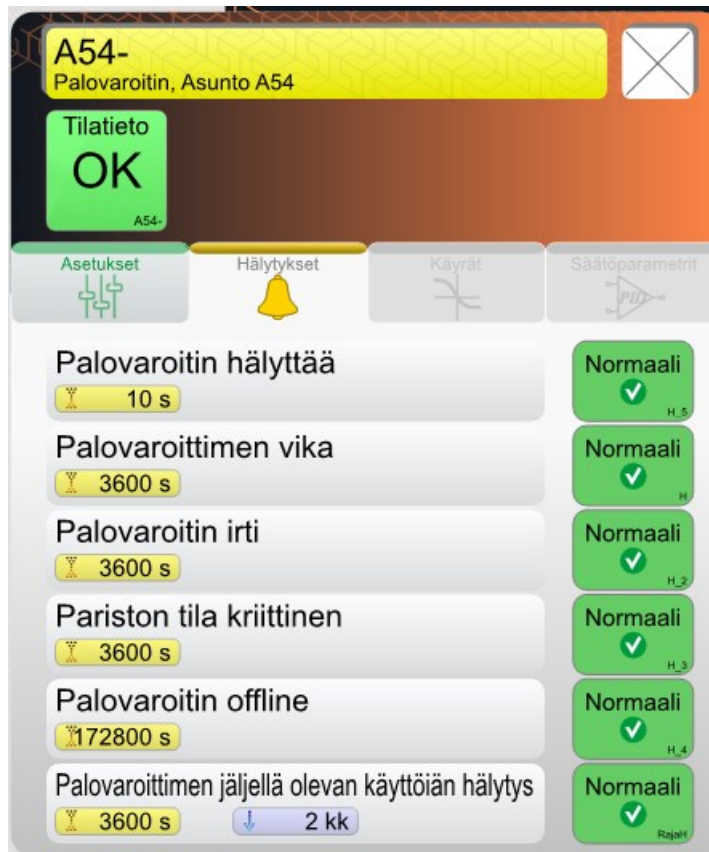
Kuva 17. Palovaroittimen tiedot avautuvat näkyviin klikkaamalla asunnon objektia grafiikkakuvassa ja siirtymällä Asetukset-välilehdelle.

Lopulta käyttökelpoisia muuttujia kertyi niin monta, että niiden esittämiseen tarvittiin kaksi sivua. Muuttujien toimintaa testattiin esimerkiksi irrottamalla palovaroitin magneettipohjastaan. Osa tiedoista on vakioita tai hitaasti muuttuvia, joten niitä ei voitu vastaavasti testata. Näiden tietojen kohdalla tarkastettiin, että arvot vastaavat tiedossa olevia todellisia arvoja.



Kuva 18. Kaikki palovaroittimen tiedot eivät mahtuneet samalle sivulle.

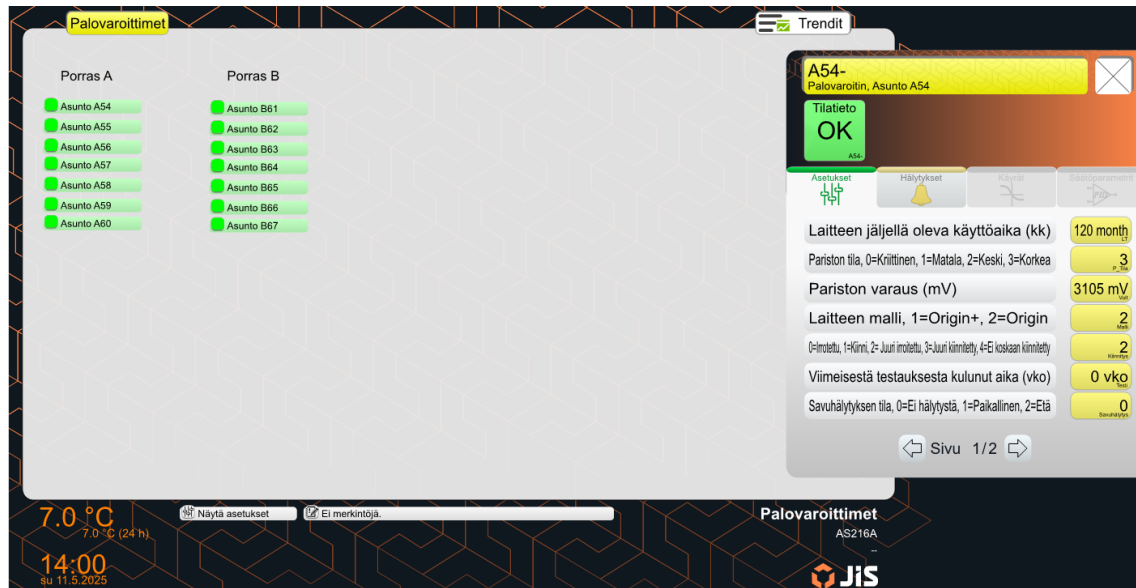
Palovaroittimelle ohjelmoitiin kuusi hälytystä, joiden esitys grafiikalla nähdään kuvassa 19. Offline-hälytys syntyy, kun palovaroittimen BACnet-muuttujien SNR- tai RSSI-arvot eivät muutu hälytysviiveeksi valitussa ajassa. Kyseiset arvot yleensä vaihtelevat tietojen lähetykserrasta toiseen. Normaalisti palovaroitin lähettää tietopaketin kerran vuorokaudessa, joten hälytysviiveeksi valittiin kaksi vuorokautta. Turhien hälytyksien välttämiseksi viiveen voi kuitenkin asettaa pidemmäksi. Hälytys palovaroittimen ollessa irti saadaan, kun muuttujan Palovaroittimen kiinnitystila arvo on nolla (irrotettu) tai neljä (ei koskaan kiinnitetty). Hälytykset palovaroittimen viasta ja hälyttämisestä sekä pariston kriittisestä tilasta syntyvät suoraan vastaavien muuttujien perusteella. Jäljellä olevan käyttöajan hälytykselle ohjelmoitiin grafiikalta asetettava raja.



Kuva 19. Hälytysten tila ja tärkeimmät asetukset saadaan näkyville klikkaamalla asunnon objektia grafiikkakuvassa ja siirtymällä Hälytykset-välilehdelle.

Kaikille hälytyksille ja palovaroittimen muuttuville tiedoille ohjelmoitiin trendiseurannat. Hälytyksien trendit lisättiin yhteen trendikaavioon ja muut trendit toiseen. Trendien tallennusväliksi valittiin trendin luonteen mukaan joko yksi päivä tai yksi tunti.

Palovaroittimien grafiikalla, joka on esitetty kuvassa 20, näkyvät kaikkia rakennuksen palovaroittimia vastaavat objektit. Tässä työssä käytössä oli vain yksi palovaroitin, joten grafiikalle on havainnollistamisen takia monistettu tämän yhden laitteen tiedot kaikille asunnoille.



Kuva 20. Palvaroittimien grafiikka, jossa asunnon A54 asetukset on klikattu auki.

Kutakin palvaroitinta vastaava objekti näkyy grafiikalla vihreällä, jos kyseisen palvaroitin ei ole vikatilassa. Vikatilassa olevat palvaroittimet näkyvät harmaina. Jos jokin palvaroittimen hälytyksistä aktivoituu, välkkyö objektin vasemmassa reunassa punainen ympyrä.

4 Johtopäätökset

4.1 Tavoitteiden täyttyminen ja jatkokehitys

Palvaroittimen ja automaatiojärjestelmän välille saatiin rakennetuksi toimiva rajapinta ja automaatiojärjestelmään ohjelmoitiin toimiva käyttöliittymä palvaroittimen seurantaan, joten työn päätavoitteet saavutettiin. Järjestelmän toimivuudelle ei kuitenkaan tämän tutkimuksen puitteissa voitu tehdä pitkäkestoista testausta, joten sellainen on vielä suoritettava ennen kuin järjestelmää voidaan myydä asiakkaille.

Jatkossa tämän työn tuloksena syntynyttä ohjelmapohjaa voidaan kehittää liittämällä se JIS-Automationin olosuhdeseurantapalveluun tai vaihtamalla palvaroitin lämpötilamittauksella varustettuun malliin ja muokkaamalla käytettyä

dekooderia niin, että myös huoneilman lämpötila- ja kosteusmittaukset saadaan siirretyksi automaatiojärjestelmään.

4.2 Merkitys toimeksiantajalle ja asiakkaille

Työssä tutkitulle ratkaisulle on nähdäkseni kysyntää varsinkin suurempien vuokra-asuntoyhtiöiden suunnalta. Järjestelmää voidaan tarjota esimerkiksi optiona sopivien kohteiden automaatioasaneerauksien yhteydessä. JIS-Automation tarjoaa nykyisin huonelämpötilojen mittauksiin perustuvaa olosuhdeseurantaa ja lämmityksen optimointipalvelua. Jos jatkokehityksellä lämpötilamittaus saadaan palovaroittimelta, voidaan yhdistettyä palovaroitin- ja olosuhdeseurantaa myydä kilpailukykyiseen hintaan.

Potentiaaliset asiakkaat ovat pääosin vuokra-asuntoyhtiöitä ja opiskelija-asuntosäätiöitä. Tällaisen toimijan vaihtoehdot palovaroittimien valintaan ovat perinteiset paristokäyttöiset varoittimet, sähköverkkoon kytkettävät varoittimet tai kiinteällä, laitteen käyttöiän kestävällä akulla varustetut varoittimet.

Perinteiset palovaroittimet ovat hankintahinnaltaan selvästi edullisimmat, mutta paristoja joudutaan vaihtamaan, eikä niihin ole saatavilla etävalvontaa. Etävalvonnan puuttuessa kiinteistönomistaja ei voi tietää, missä kunnossa palovaroitin on tai onko asukas jopa poistanut sen käytöstä. Tämä tekee niistä ongelmallisen ratkaisun uuden vastuunjaon tullessa voimaan. Paristojen vaihtamiset ja mahdolliset tarkastuskierrokset lisäävät työmäärää ja kustannuksia sekä asukkaille aiheutuvaa häiriötä.

Sähköverkkoon kytkettävät palovaroittimet ovat toimintavarmoja, eikä asukas saa niitä helposti poistetuksi käytöstä. Niiden asentaminen on kuitenkin kallista, koska se vaatii sähköalan ammattilaisen.

Etävalvonnalla ja kiinteällä akulla varustettuihin palovaroittimiin perustuva ratkaisu on aloituskustannuksiltaan suhteellisen kallis, koska laitteet ovat perinteisiä varoittimia kalliimpia. Jos etävalvonta perustuu Digitan yleisessä LoRaWAN-

verkossa toimiviin varoittimiin, tulee maksettavaksi myös kuukausi- tai vuosimaksuja. Rakennusautomaatiojärjestelmään paikallisen LoRaWAN-verkon ja yhdyskäytävän avulla liitettävät palovaroittimet taas vaativat automaatioammatilaisen työtä. Tarvittava työn määrä ei kuitenkaan ole suoraan verrannollinen kiinteistössä tarvittavien palovaroittimien lukumäärään toisin kuin sähköverkkoon kytkettävien varoittimien vaatima työmäärä. Näin ollen tämä vaihtoehto muuttuu sitä kannattavammaksi, mitä enemmän asuntoja on.

Tässä työssä toteutetun kaltainen ratkaisu on siis palovaroittimien 5–10 vuoden elinkaaren aikana kustannustehokas vaihtoehto erityisesti suurempien kiinteistöjen kohdalla. Aloituskustannuksia saadaan hieman alhaisemmaksi, jos järjestelmä otetaan käyttöön jo rakennusaikana tai automaatioasaneerauksen yhteydessä. Automaatiojärjestelmään liitetty palovaroitinvalvonta ei myöskään vaadi kiinteistönhoidolta uuden järjestelmän käyttöönottoa, sillä esimerkiksi hälytykset voidaan siirtää eteenpäin vastaavasti kuin muutkin automaatiojärjestelmän hälytykset. Kiinteistönomistaja taas voi olla varma, että palovaroittimien kunto on lain edellyttämällä tasolla.

5 Yhteenveto

JIS-Automation tarjosi minulle mahdollisuutta tehdä insinöörityö LoRaWAN-palovaroittimien liittämistä Schneider Electricin automaatiojärjestelmään syksyllä 2024. Aihe tuntui minusta heti mielenkiintoiselta ajankohtaisuutensa takia. Schneiderin EBO-järjestelmä oli minulle työni kautta tuttu jo ennestään. LoRaWAN-tekniikkaan sen sijaan olin tutustunut vain hyvin pinnallisella tasolla. Täten aihe tarjosi riittävästi haastetta ja uusia asioita opittavaksi. Työn vaikeimmaksi osuudeksi osoittautui palovaroittimen lähettämän datan käsittely. Kun tästä ongelmasta oli selvitty, loppu olikin tuttua EBO-järjestelmän ohjelmointia.

Lopputulokseen olen kokonaisuudessaan tyytyväinen. Uskon, että tämän tutkimuksen perustalta JIS-Automation saa kehitettyä asiakaskuntaansa palvelevan tuotteen.

Lähteet

- 1 LoRaWAN-teknologia. Verkkoaineisto. Digita Oy. <<https://www.digita.fi/etusivu/palvelut-yrityksille/digitan-iot-palvelut/lorawan-teknologia/>>. Luettu 29.3.2025.
- 2 IoT:n kartta. Verkkoaineisto. Digita Oy. <<https://www.digita.fi/iotn-kartta/>>. Luettu 29.3.2025.
- 3 Vastuu palovaroittimista siirtyy asukkaalta rakennuksen omistajalle 1.1.2026. Verkkoaineisto. Sisäministeriö. <<https://intermin.fi/pelastustoimi/onnettomuuksien-ehkaisy/paloturvallisuuslaitteet/vastuu-palovaroittimista>>. Luettu 29.3.2025.
- 4 Palovaroitin. Verkkoaineisto. Tryva. <<https://www.tryva.fi/jarjestelmaa/palovaroitin/>>. Luettu 27.5.2025.
- 5 Etäluettava Zenner palovaroitin, LoRaWAN. Verkkoaineisto. Turvatek. <<https://turvatek.fi/tuote/etaluettava-zenner-palovaroitin-lorawan/>>. Luettu 27.5.2025.
- 6 Ouman palovaroitinratkaisu. Verkkoaineisto. Ouman. <<https://ouman.fi/wp-content/uploads/2024/09/Palovaroitinpaketti-v0.61.pdf/>>. Luettu 27.5.2025.
- 7 Palovaroittimien vaatimukset, sijoittaminen ja kunnossapito. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/pelastustoimen-laitteet/palovaroittimet>>. Luettu 29.3.2025.
- 8 ORIGIN. Verkkoaineisto. Nexelec. <<https://nexelec.eu/en/produit/origin/#carousel>>. Luettu 29.3.2025.
- 9 Device Administrator. Versio 6.0.3.112. 2024. Schneider Electric.
- 10 Selainkäyttöliittymä. Milesight.
- 11 Workstation Building Operation. Versio 6.0.3.112. 2024. Schneider Electric.
- 12 Decoder. Verkkoaineisto. Nexelec. <<https://nexelec-support.fr/n/decoder/>>. Luettu 10.5.2025.