

Jussi Mäläskä

**ENERGIAVENTTIILIN LIITTÄMINEN FIDELIXIN  
JÄRJESTELMÄÄN BACNET-PROTOKOLLAA KÄYTTÄEN**

**ENERGIAVENTTIILIN LIITTÄMINEN FIDELIXIN  
JÄRJESTELMÄÄN BACNET-PROTOKOLLAA KÄYTTÄEN**

Jussi Mäläskä  
Opinnäytetyö  
Kevät 2019  
Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Automaatiotekniikka

---

Tekijä: Jussi Mäläskä

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Energiaventtiilin liittäminen Fidelixin järjestelmään BACnet-protokollaa käyttäen

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Connecting Energy Valve to Fidelix Operating System Using BACnet Protocol.

Työn ohjaajat: Tero Hietanen, Arto Nissilä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019

Sivumäärä: 41 + 5 liitettä

---

Työn aiheena oli tutustua BACnet-protokollaan ja sitä hyödyntäen liittää Belimon energiaventtiili Fidelixin järjestelmään ohjaamaan lattialämmitystä. Työn tarkoitus on myös toimia apuna muille, jotka liittävät BACnet-laitteita Fidelixin järjestelmään.

Työ tehtiin hyödyntäen olemassaolevaa Fidelixin projektinhallintaohjelmistoa FX-Editoria sekä Fidelixin ala-aseman FX-Spider-40-käyttöliittymää. Ohjelma toteutettiin OpenPCS-ohjelmalla. Grafiikkakuvat projektiin luotiin käyttäen FX-Editoria. FX-Spiderin käyttöliittymässä tehtiin BACnet-objektien haun määrittäminen. Belimon energiaventtiilin ja FX-Spiderin konfiguroinnit suoritettiin laitteisiin integroiduilta web-palvelimilta.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin toimiva kommunikaatioyhteys Fidelixin ala-aseman sekä Belimon energiaventtiilin välille. Työssä onnistuttiin tekemään luotettava lattialämmityksen säätö, jota voi seurata FX-Spiderin paikalliselta käyttöpaneelilta tai etänä.

---

Asiasanat: BACnet, Fidelix, Energiaventtiili, Belimo

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering, Automation  
engineering

---

Author: Jussi Mäläskä

Title of thesis: Connecting Energy Valve to Fidelix Operating System Using  
BACnet Protocol.

Supervisors: Tero Hietanen, Arto Nissilä

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2019

Pages: 41 + 5 appendices

---

The purpose of this thesis was to establish a reliable communication between Fidelix building controller and Belimo energy valve using BACnet communication protocol. The Energy valve is used to adjust underfloor heating. Thesis was also to be used as aid for others connecting BACnet devices into Fidelix control systems.

The work was done using Fidelix project management tool FX-Editor and FX-Spider-40 user interface. Program was written with OpenPCS programming software. FX-Editor was used to create graphics later used in the FX-Spider user interface. Points and polling for BACnet objects were done using the FX-Spider user interface. Belimo energy valve and FX-Spider were configured from the web servers integrated into devices.

As a result, a working connection was achieved between Fidelix FX-Spider-40 and Belimo energy valve EV015R+BAC. A reliable control for underfloor heating was accomplished. Every bit of information is shown on the user interface graphics on the FX-Spider-40.

---

Keywords: Fidelix, Belimo, Energy valve, BACnet

## **ALKULAUSE**

Kiitos Fidelix Oy:n Oulun aluepäällikkö Arto Nissilälle opinnäytetyön aiheesta ja Belimo Oy Finlandin avainasiakaspäällikkö Martti Maunuselle mahdollisuudesta toteuttaa se.

Kiitos myös Fidelix Oy:n väelle tuesta.

Jussi Mäläskä 7.5.2019

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	7
2 BACNET	8
2.1 Historia ja kehitys	8
2.2 Objektit, palvelut ja ominaisuudet	9
2.3 Laitteet	10
2.4 Kommunikointitavat	12
3 TYÖSSÄ KÄYTETYT LAITTEET	14
3.1 Belimo EV015R + BAC	14
3.2 Fidelix FX-SPIDER-40	22
4 TYÖN SUORITUS	25
4.1 Yhteyden luominen	25
4.2 Pisteiden ja grafiikan luominen	27
4.3 Ohjelma	34
4.4 Työn tarkastelu	35
5 YHTEENVETO	38
LÄHTEET	39
LIITTEET	
Liite 1 Käyttöönottoraportti energiaventtiin web-palvelimelta	
Liite 2 Ohjelma. Jäätymissuoja, hälytykset sekä säätötavan valinta	
Liite 3 Kommunikaatiovikahälytysohjelma	
Liite 4 Energy Valve (Europe/Asia) BTL Listing	
Liite 5 Fidelix PLC Building Controller BTL Listing	

# 1 JOHDANTO

Työn tavoitteena oli perehtyä BACnet-tietoliikenneprotokollaan ja sitä käyttäen liittää Belimon energiaventtiili EV015R+BAC Fidelixin FX-Spider-40-säätimeen. Tarkoituksena oli oppia hyödyntämään BACnet-kommunikointiprotokollan mahdollisuuksia Fidelixin järjestelmässä ja muodostaa toimiva sekä luotettava yhteys Belimon energiaventtiiliin. Opinnäytetyön tarkoitus on myös toimia apuna muille, jotka liittävät BACnet-laitteita Fidelixin keskusyksiköihin.

Energiaventtiili lisätään kohteessa olemassaolevaan järjestelmään. Energiaventtiilin tarkoitus on jälkisaattaa autotallin lattialämmitystä ja pitää autotalli halutussa lämpötilassa. Autotallin lämmityspiirin säätö oli toteutettu tähän asti manuaalisesti. Kohteessa on vesikiertoinen lattialämmitys ja autotalli on suuren nosto-ovensa vuoksi altis kylmälle. Järjestelmään on tarkoitus lisätä ohjelmallinen jäätymisvaarahälytys ja ohjata venttiili täysin auki, mikäli nosto-oven edessä olevan piirin lämpötila laskee alle alarajan.

Kommunikoivalta väylältä on tarkoitus lukea energiankulutus sekä ohjata lattialämmitystä pitämään huonelämpötila asetuksen mukaisena. Energiaventtiilillä voi toteuttaa erilaisia säätötapoja ja niihin tutustuttiin tätä työtä tehdessä.

Työn on toimeksiantanut Fidelix Oy:n Oulun aluepäällikkö Arto Nissilä.

## **2 BACNET**

BACnet muodostuu sanoista Building Automation Control Network. Suomeksi se tarkoittaa kiinteistöautomaatiota ja ohjausverkkoa. Se on avoin tietoliikenneprotokolla, joka on tehty kiinteistöautomaation tarpeisiin. BACnet-protokolla määrittää, miten kiinteistöautomaation laitteet kommunikoivat keskenään. Tämä tarkoittaa, että kaikkien valmistajien erilaiset laitteet voidaan liittää yhteen valvomoon ja ne voivat toimia yhdessä. (1; 2; 3.)

Esimerkiksi valaistus voidaan liittää kulunvalvontaan, jolloin paikalle ensimmäisenä menevä saa kulkuluvullaan valot ohjautumaan päälle. Kun kulunvalvontajärjestelmässä ei ole enää ketään kirjautuneena sisään, sammutetaan valot. Tähän voidaan vielä liittää ilmanvaihto, jolloin sisäänkirjautuneiden mukaan ohjataan ilmanvaihdon tehoa. Kaikenlaiset manuaaliset painikkeet ja kytkimet jäisivät pois. Myöskin valaistusjärjestelmä sekä murtovalvonta voisivat käyttää samoja liiketunnistimia.

### **2.1 Historia ja kehitys**

BACnet on vuonna 1987 ASHRAE:n (American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers) kehittämä avoin tietoliikenneprotokolla kiinteistöautomaation tarpeisiin. Ideana on saada valmistajat käyttämään samaa kieltä kommunikoinnissa, oli kyseessä mikä laite tahansa miltä tahansa kiinteistön osa-alueelta. BACnet on hyväksytty maailmanlaajuisesti ISO-standardiksi vuonna 2003. Uusin päivitetty ISO-standardi on 16484-5:2017. (1; 2; 4, s. 1.)

BACnet-protokollaa kehittävät edelleen monet laitevalmistajat, insinöörit, yliopistot sekä loppukäyttäjät. Kehitystyö on avointa, eli mukaan pääsevät kaikki kiinnostuneet. ASHRAE valvoo kehitystyötä ja varmistaa, että kehityksessä kaikki käyttäjät saavat äänensä kuuluviin. Ideana on varmistaa kehityksessä taaksepäin yhteensopivuus uusien muutosten kanssa. Kohteissa, joissa järjestelmää käytetään, sitä voidaan päivittää tekemättä isompia muutoksia. (4, s 1; 5, s. 1.)

## 2.2 Objektit, palvelut ja ominaisuudet

BACnet-protokolla perustuu objekteihin, objektin ominaisuuksiin, palveluihin sekä itse laitteeseen, joka pitää sisällään kaiken tiedon. Objekti on osa laitteen tiedosta, esimerkiksi analogiatulo. Ominaisuus on osa objektin tiedosta, esimerkiksi lämpötila tai yksikkö. Palvelu on taas kysely, jolla säädin hakee tiedon objektin ominaisuudesta tai kirjoittaa arvon sinne. (4, s. 3; 6, s. 1.)

BACnet-standardi määrittelee 54 standardoitua objektityyppiä, esimerkiksi Analog-Input-objekti. Laitteen käyttötarkoituksen mukaan objektit voivat myös olla sekoituksia kahdesta erilaisesta objektista. Valmistaja voi myös tehdä omia objektejaan, jotka eroavat standardi-objekteista. Standardi-objekteissa ominaisuudet ovat tarkkaan määrättyjä. (4 s. 1, 4; 6, s. 1; 7, s. 3.)

Ominaisuus (properties) on yksilöllinen osa objektin tiedosta. Jokaisessa objektissa on oltava vähintään kolme erilaista ominaisuutta: objektin nimi, tunniste ja objektin tyyppi. Standardi-objekteissa ominaisuudet ovat määrättyjä ja osa ominaisuuksista voi olla mukana vain optiona. Ominaisuudet mahdollistavat laitteelle kirjoittamisen ja laitteelta lukemisen. Esimerkiksi "present-value" ominaisuus eli nykyinen arvo antaa tiedon objektin tämänhetkisestä arvosta. BACnet-protokolla määrittää yli 350 erilaista ominaisuutta objekteille. (4, s. 4, 17; 6, s. 1.)

Palvelut siirtävät tietoa laitteiden välillä. Palvelut ovat lähetyksiä, esimerkiksi "Who-Is" (Kuka on) on koko aliverkkoon lähetetty kysely. Laite, jota kysytään vastaa "I-Am" (Minä olen) tietoineen ja yhteys on löytynyt. Palveluja käytetään objektin ominaisuuksiin kirjoittamiseen ja lukemiseen. Palvelut jaetaan alaryhmiin toiminnallisuuden mukaan. Laite, joka vastaa kyselyyn, on server. Laite, joka lähettää kyselyn, on client. Monet objektit voivat olla molempia tarpeen mukaan. BACnet-standardi määritteli 41 palvelua vuonna 2012. Ainoa pakollinen palvelu, joka on löydyttävä jokaiselta laitteelta, on ominaisuuden lukeminen laitteelta eli "ReadProperty Service". (4, s. 4, 17; 6, s. 1–2.)

## 2.3 Laitteet

BACnet-laitteet näyttävät ihan samoilta kuin laitteet, jotka käyttävät muuta kommunikointiprotokollaa. Laitteissa on vain mikroprosessori, joka on ohjelmoitu mahdollistamaan kommunikointi BACnet-laitteiden välillä. Laite voi olla mikä vain miltä tahansa kiinteistöautomaation osa-alueelta, kunhan se vain ymmärtää BACnet-protokollaa. Jokaisella laitteella on oma ID-numeronsa, joka on muokattavissa itse laitteelta tai sen ohjelmistosta. Kahdella laitteella ei voi olla samaa ID-numeroa samassa BACnet-verkossa. (3; 4, s. 3.)

Laitevalmistajien on mahdollista lähettää laitteensa kolmannen osapuolen testaajalle. Jos laite läpäisee kaikki testit, se tulee näkymään BACnet Testing Laboratories -nettisivun listauksessa, jossa on nähtävissä sertifikaatti. Laitteeseen tulee myös näkyviin BTL logo (kuva 1). Tästä tietää, että laite varmasti toimii yhdessä muiden BACnet-laitteiden kanssa eikä ongelmia synny. BACnet Testing Laboratories -sivulta voi hakea laitteita valmistajan tai suoraan laitteen nimellä. Sivulta voi tutkia laitteen tietoja ja varmistaa yhteensopivuuden. (4, s. 2, 13; 8, s.1; 9; 10.)



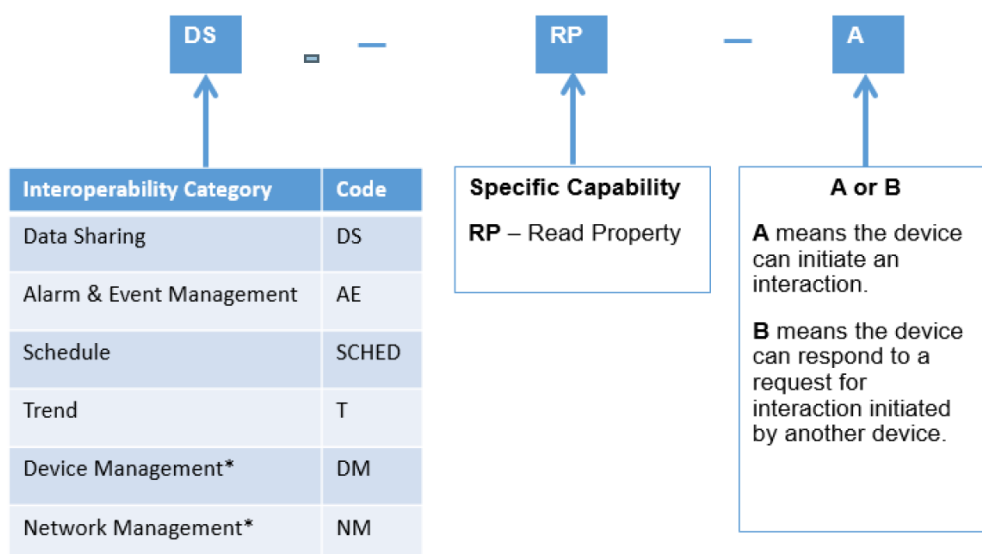
*KUVA 1. BTL logo, joka on esillä laitteessa (9)*

Testaaja tekee dokumentin nimeltä BTL listing. Se on löydettävissä aiemmin mainitulta nettisivulta. Siitä on luettavissa tuetut BIBBs:it, laiteprofiili, objektityypit sekä tuetut kommunikaatiotavat. BIBBs:it ovat koodeja, joilla ilmaistaan miten laite voi kommunikoida muiden laitteiden kanssa. Laiteprofiili on laitteen toiminnan ja tarkoituksen mukaan annettu koodi. Nettisivulta saa näkyviin myös PICS-dokumentin, joka on laitevalmistajan tekemä asiakirja laitteen tiedoista ja ominaisuuksista. PICS muodostuu sanoista "Protocol Implementation and Conformance Statement". Siinä näkyvät laitteen perustiedot, laiteprofiili,

kommunikaatiotavat, laitteen tukemat BIBBs:it sekä yksityiskohtaista tietoa, esimerkiksi objektilistaus. Sivua on syytä hyödyntää silloin, kun etsii uutta laitetta kiinteistöön tai haluaa varmistaa tulevan laitteen yhteensopivuuden. (4, s.2, 13; 11, s. 4.) PICS dokumentista näkyy enemmän, mutta BTL Listing on tiiviimpi paketti, josta kaikki on nähtävissä suoraan lyhenteinä. Belimon energiaventtiilin BTL Listing on liitteessä 4 ja FX-Spiderin BTL Listing on liitteessä 5.

BIBBs muodostuu sanoista "BACnet Interoperability Building Blocks". BIBBs:eistä selviää, miten laite voi kommunikoida toisten laitteiden kanssa. Niistä selviää esimerkiksi, voiko laite lähettää kyselyitä tiedosta muille laitteille ja voiko laite vastata kyselyyn. BIBBs:it ovat koodeja, esimerkiksi DS-RP-B, joista selviää, mitä palveluita laite tukee. Kuvasta 2 näkyy, miten BIBBs-koodi muodostuu. Kuvassa muodostetaan aiemmin mainittu pakollinen "ReadProperty Service". Kuvassa näkyvät myös alaryhmät, joihin kaikki BIBBs:it on jaoteltu. Alaryhmiä on kuusi ja ne helpottavat halutun ominaisuuden löytämistä PICS- tai BTL Listing -dokumentista. Kaikki BIBBs-koodit päättyvät joko A:han tai B:hen, mutta joillakin laitteilla voi olla sekä A- että B-päätteiset koodit. A-loppuinen koodi tarkoittaa, että laite voi lähettää kyselyn. B-päätteinen tarkoittaa, että laite voi vastata kyselyyn. (4, s. 12;11, s. 1; 12.) Esimerkiksi liitteessä 5 Fidelix säätimien BTL Listing asiakirjassa on nähtävissä DS-RP-A sekä DS-RP-B.

**A BIBB is comprised of three parts:**



*KUVA 2. BIBBs-koodin muodostuminen (11, s. 1)*

Kaikille laitteille annetaan laiteprofiili ominaisuuksien mukaan. Kyseessä on koodi, esimerkiksi B-ASC, josta saadaan heti tieto, minkälainen laite on kyseessä. Laiteprofiileja on useita aina yksinkertaisimmasta anturista koko järjestelmän kattavaan valvomo-ohjelmistoon (kuva 3). Työssä käytetty Belimon energiaventtiili on laiteprofiililtaan B-ASC ja Fidelixin FX-Spider-40 on B-BC. B-ASC tarkoittaa tiettyyn tarkoitukseen tehtyä laitetta, jolla on vähän ohjelmoitavuutta, esimerkiksi taajuusmuuttaja tai energiaventtiili. B-BC puolestaan on osan tai koko kiinteistön pääsäädin, jolla on laajaa ohjelmoitavuutta. (11, s. 2; 13.)

The BTL offers testing of all available profiles:

B-XAWS	[Cross-Domain Advanced Operator Workstation]
B-AWS	[Advanced Operator Workstation]
B-OWS	[Operator Workstation]
B-OD	[Operator Display]
B-BC	[Building Controller]
B-AAC	[Advanced Application Controller]
B-ASC	[Application Specific Controller]
B-SA	[Smart Actuator]
B-SS	[Smart Sensor]
B-ALSWS	[Advanced Life Safety Workstation]
B-LSWS	[Life Safety Workstation]
B-LSAP	[Life Safety Annunciator Panel]
B-AACWS	[Advanced Access Control Workstation]
B-ACWS	[Access Control Workstation]
B-ACSD	[Access Control Security Display]
B-ALSC	[Advanced Life Safety Controller]
B-LSC	[Life Safety Controller]
B-AACC	[Advanced Access Control Controller]
B-ACC	[Access Control Controller]
B-ACDC	[Access Control Door Controller]
B-ACCR	[Access Control Credential Reader]
B-RTR	[Router]
B-BBMD	[BACnet Broadcast Management Device]
B-GW	[Gateway]

KUVA 3. BACnet-laiteprofiilit (13)

## 2.4 Kommunikointitavat

BACnet-standardi määrittelee seitsemän erilaista kommunikaatiotapaa:

- BACnet IP
- BACnet MS/TP
- BACnet ISO 8802-3
- BACnet over ZigBee

- BACnet Point-to-Point
- BACnet over LonTalk Foreign Frames
- BACnet over ARCNET.

Näistä seitsemästä käytetyimmät ovat BACnet IP ja BACnet MS/TP. MS/TP tulee sanoista Master-Slave/Token Passing. MS/TP-väylässä voi olla monta masteria, mutta vain yksi puhuu vuorollaan omistaessaan tokenin. BACnet IP käyttää UDP-protokollaa ja MS/TP EIA-485-standardia eli RS-485-standardia. Ensimmäisessä tieto kulkee kiinteistön IP-verkossa ja toisessa laitteelta laitteelle kierretyllä parikaapelilla. MS/TP-väylä suositellaan kytkettäväksi laitteelta laitteelle, ja tähtimallisia kytkentöjä on vältettävä. (4, s. 5–6; 14.)

BACnet IP on nopeampi, mutta sen toteutus maksaa enemmän. MS/TP on edullisin toteutusmalli, muttei se ole yhtä nopea. MS/TP-väylää voidaan nopeuttaa vähentämällä laitteilla ”Max Master” lukumäärää, koska laitteet yrittävät aina etsiä uusia laitteita tietyin kierrosvälein. ”Change of Value” eli COV voi myös vähentää turhaa liikennettä. COV toimii siten, että säädin tilaa laitteelta tiedon mittauksen muutoksesta. Arvoa ei tarvitse enää erikseen kysyä, vaan voidaan passiivisesti odottaa tietoa muutoksesta. (4, s. 5–6; 14.) Fidelixin säädin antaa myös rajoittaa, kuinka usein tietoa haetaan. BACnet IP on nopeampi, joten paljon tietoa siirtävät laitteet kannattaa kytkeä tällä kommunikointitavalla. Esimerkiksi säätimet kannattaa yhdistää BACnet IP-kommunikointitavalla ja kenttälaitteet kytkeä MS/TP-väylään.

### 3 TYÖSSÄ KÄYTETYT LAITTEET

Työssä käytettiin Fidelixin FX-Spider-40-säädintä sekä Belimon EV015R + BAC -energiaventtiiliä. Työssä käytettiin myös Fidelixin FX-3000-C-säädintä ja tutkittiin, miten sen konfigurointi eroaa FX-Spiderista. Autotallin nosto-oven edessä olevaan piirin paluupuolelle lisätään lisäksi passiivinen lämpötila-anturi. Fidelixin säätimet ovat saaneet BACnet-laiteprofiiliksi B-BC ja Belimon energiventtiili B-ASC. Liitteessä 4 on Belimon energiventtiilin BTL Listing, josta saadaan selville laitteen tukemat BACnet-toiminnallisuudet. Fidelixin säätimien BTL Listing on liitteessä 5.

#### 3.1 Belimo EV015R + BAC

Belimon energiventtiilissä tulee kaikki tarpeellinen mukana säädön toteuttamiseen. Valinta perustuu tarvittavaan virtaukseen. Energiaventtiilissä on venttiili, venttiilin toimilaite, ultraäänivirtausanturi, paluu- sekä menovesianturi (kuva 4). (15, s. 3, 12; 16.)



*KUVA 4. Energiaventtiili (15, s. 1)*

Energiaventtiiliä on saatavilla eri putkikokoihin sopivana. Pienin putkikoko on DN15, jonka nimellisvirtaukseksi on annettu 21 l/min. Suurin putkikoko on DN50, jonka nimellisvirtaus on 288 l/min. Putkikokoja on näiden väliltä DN20, DN25, DN32 ja DN40. Energiaventtiilin toimilaitteiden vääntömomentit kasvavat

venttiilin koon mukaan. Koska laite on valmis paketti, täytyy valintaa tehdessä tietää vain tarvittava virtaus. (15, s. 1, 12; 16.)

Laite toimii AC/DC 24 V:n käyttöjännitteellä ja se on tarkoitettu suljettuihin nestekiertoisiin järjestelmiin, kuten lämmitys- ja jäähdytyspiirit. Laite kommunikoi BACnet IP-, BACnet MS/TP-, Modbus TCP-, Modbus RTU-, Belimo MP -väylällä tai toimilaitetta voi ohjata perinteisellä jänniteviestillä. Jänniteviestisäädön voi liittää muihin kommunikointitapoihin. Toimilaitetta voi lisäksi ohjata paikallisesti käsin vapauttamalla vaihteiston painikkeesta. Takaisinkytkentään voi määrittää perinteisen asentotiedon sijaan energiaventtiilin mittauksia tai hetkellistehon. Laitteella voidaan toteuttaa erilaisia säätötapoja: virtaussäätö, tehonsäätö sekä perinteinen asentosäätö. Laite voidaan parametroida toimimaan itsenäisesti, esimerkiksi pitämään virtaus vakiona. (15, s. 1, 6; 17, s. 10, 12.)

Laitteessa on sisäänrakennettu web-palvelin, josta laite konfiguroidaan, ja sen historiaa voidaan seurata. Laite tallentaa historiatietoja 13 kuukautta. Laitetta voidaan myös parametroida jonkin verran käyttäen aikaisemmin mainittuja kommunikointitapoja. (15, s. 1–2.)

### **Tehon säätö**

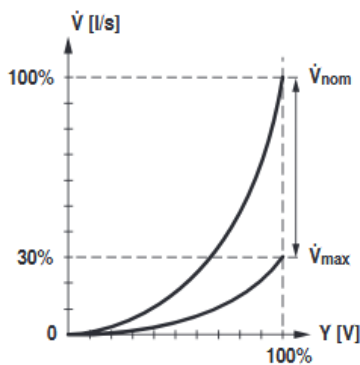
Laitteella on nimellisteho putkikoon mukaan. Valitulle DN15 putkikoon energiaventtiilille nimellisteho on 80 kW. Suurin mahdollinen nimellisteho on suurimmalla putkikoolla DN50, jossa se on 1010 kW. Nimellisteho ei kuitenkaan voi olla lähelläkään haluttua maksimitehoa. Maksimiteho voidaan kirjoittaa laitteelle prosentteina nimellistehosta. Esimerkiksi kirjoitetaan 10 %, jolloin maksimitehoksi saadaan DN15 putkikoolla 8 kW. Maksimiteho voidaan asettaa 1–100 % välille nimellistehosta. Minimitehoa ei voi määrittellä vaan se on aina 0 %. (15, s.3–4.)

Laite laskee hetkittäistä tehoa käyttäen virtausta sekä lämpötilaeroa paluu- ja menoputken välillä. Energiaventtiilille asetetaan haluttu teho prosentteina maksimitehosta ja venttiili ohjautuu ajamaan laskennallisesti haluttua tehoa. Kyseessä on suhteellinen säätö. Esimerkiksi aikaisemmin määritetty maksimiteho 8 kW tarkoittaa nyt venttiilille kirjoitettavaa 100 %:n asetusarvoa tai

analogisesti 10 V:n säätöjännitettä, vaikka venttiili oikeasti aukeaisikin vain 25 % 90 asteen säätöalueeltaan. Laite on siis parametroitu päästämään läpi maksimissaan 8 kW tehoa. Näin saadaan säätöalueeksi 0–100 %. Jos maksimitehon rajoitusta ei tee, venttiilin säätöalue olisi tässä tapauksessa 0–10 %, jonka virittäminen olisi vaikeampaa. Tämä säätötapa ei sovellu nopeisiin säätöprosesseihin. (15, s. 3–4; 17, s. 11.)

### **Virtauksen säätö**

Putkikoolla DN15 nimellisvirtaus on 21 l/min. Virtauksen säädössäkin maksimivirtauksen asetus tehdään prosentteina nimellisvirtauksesta. Sen on kuitenkin oltava 30–100 %. Esimerkiksi asetetaan 50 % nimellisvirtauksesta, jolloin maksimivirtaus on 10,5 l/min. Jos laitetta ohjataan analogisesti, vastaa maksimivirtauksen asetus 10 V:n ohjausta eli 100 % muita kommunikointitapoja käyttämällä. Kuva 5 esittää virtauksen- ja tehonsäädön periaatteen. Toisin kuin tehonsäädössä, minimivirtauksen voi parametroida. (15, s. 4.)



*KUVA 5. Ohjausarvon muuttuminen maksivirtauksen asetuksen mukaan (15, s. 4)*

### **Asennon säätö**

Jokaiselle säätötavalle on ominaista, että venttiilin toimilaitte säätää sitä muuttamalla asentoaan. Tähän asti on käsitelty tehon ja virtauksen säätöä. Laitteella voidaan myös käyttää perinteistä asennon säätöä (15, s. 3). Annetaan menovedelle asetusarvo vaikkapa ulkolämpötilan mukaan ja ohjataan venttiilin asentoa niin, että menovesi pysyy asetuksessa. Tähän säätöön voidaan yhdistää

esimerkiksi Fidelixin järjestelmässä kaskadisäätö, joka pienentää menoveden asetusta paluuveden mukaan.

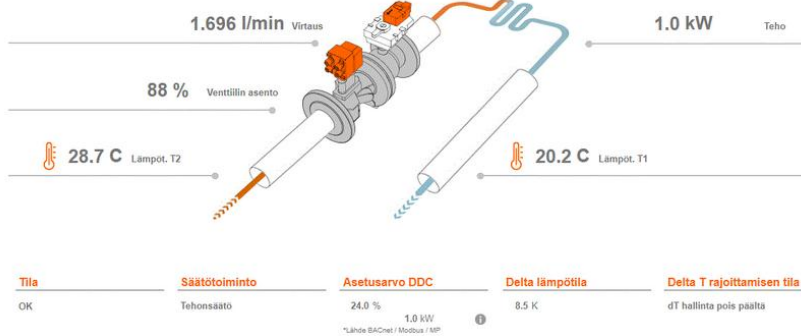
Toinen vaihtoehto on ottaa käyttöön Belimon energiaventtiilin deltaT-toiminto. Toiminnon idea on rajoittaa virtausta meno- ja paluuveden lämpötilan lähestyessä toisiaan. Suuri virtaus ja pieni lämpötilaero on tehokkuudeltaan sama kuin pieni virtaus ja suuri lämpötilaero. Toiminnosta saadaan tietoon, että pumppu kierrättää liikaa vettä ja näin ollen kuluttaa turhaan energiaa. Toiminto on parametroitavissa käyttöön joko kommunikoivalla väylällä tai web-selaimen kautta. Jos laite on liitetty pilvipalveluun, voivat Belimon asiantuntijat auttaa deltaT-analyysin tekemisessä. Toiminnon voi liittää kaikkiin säätömuotoihin. Toiminto vaatii toimiakseen vähintään 30 % virtauksen maksimivirtauksesta. Tämä on tehty varmistamaan piirin oikeanlainen ylösajo. Toimintoa ei voida käyttää kohteissa, joissa on alle 1.9 l/min virtaus. (15, s. 6; 17, s. 11.)

### **Web-palvelin**

Laitteessa on sisäänrakennettu web-palvelin, josta laite päästään käyttöön otossa konfiguroimaan (kuva 6). Web-palvelin tarjoaa käyttöliittymän. Sieltä pääsee käsiksi historiaan jopa 13 kuukautta taaksepäin. Sieltä on nähtävissä laitteen tila, joka kattaa kaikkien anturien- ja toimilaitteen vikatilat sekä säädettävän neste-tilan sekä kaikkien tilojen historian. Jotta palvelimelle pääsee, täytyy laite yhdistää suoraan tietokoneeseen RJ45-liitännällä. Laitteeseen pääsee käsiksi myös erillisen verkkokytkimen kautta, mutta jos verkossa on enemmän kuin yksi laite, IP-osoite täytyy erikseen muuttaa etukäteen. Tämä kannattaa ottaa huomioon, jos laitteen aikoo ottaa käyttöön etänä. Web-palvelin on käyttäjätunnussuojattu, joten jos laite on yhdistetty ulko verkkoon, siihen voi muodostua tietoturva-uhka. Käyttäjien oletussalasanat kannattaa vaihtaa. (15, s. 5; 17, s. 2–5.)

## Yleiskatsaus

Tiedot  
Live-trendi & KPI  
Tiedonkeruu  
Tila  
Asetukset



KUVA 6. Yleiskatsaus-sivu energiaventtiilin web-palvelimessa

Ensimmäisellä kerralla web-palvelinta aukaistessa avautuu myös aloitusavustaja. Se auttaa tekemään kaikki tärkeimmät käyttöönottoon liittyvät asetukset. Ensimmäisessä välilehdessä on valmistajan tervehdys. Toisessa välilehdessä laitteen voi liittää Belimon pilvipalveluun, josta laitetta voidaan päivittää automaattisesti. Pilvipalvelun kautta voi myös saada tukea laitteen käyttöön. Kaikki aloitusavustajan parametrit voidaan asettaa myöhemminkin, mutta aloitusavustajan avulla se on nopeampaa, koska liikutaan valikosta toiseen "NEXT" painiketta painamalla. (17, s. 6.) Tätä kannattaa hyödyntää varsinkin, jos kohteessa on useampia energiaventtiileitä.

Kolmannessa välilehdessä voidaan antaa kohteen tiedot (kuva 7). Esimerkiksi kiinteistön tyyppi, maa, osoite ja onko kyseessä lämmitys- vai jäähdytyspiiri. Kuten kuvasta 6 ja 8 nähdään, on laitteen nimeksi annettu "Oppari" ja sijainniksi "Pöydällä". (17, s. 6.)

**Site information**
**NEXT**

Demo EV65	ⓘ	Brunnenbachstrase 1
Belimo-ZWT	ⓘ	Hinwil
P801155	ⓘ	8340
Building type	▼	ZH
Application type	▼	Switzerland

*KUVA 7. Aloitusavustaja energiaventtiilin web-palvelimessa (17, s. 6)*

Seuraavaksi määritellään laitteen kaikki asetukset. Valitaan yksiköt, joilla muuttujia käsitellään, virtausaine sekä sovellus eli onko venttiili paluu- vai menopuolella. Eri yksiköt on silti haettavissa kommunikoivalla väylällä. Täältä voidaan myös asettaa takaisinkytkennälle erilaisia toimintoja. (17, s. 6.)

Kuvassa 8 näkyy "Asetukset" sivu, jolta konfigurointi suoritetaan. Samat asetukset on mahdollista asettaa aloitusavustajassa. Suuri osa tämän sivun asetuksista on muunnettavissa kommunikoivalla väylällä, esimerkiksi BACnet, mutta eivät kaikki. Jos toimilaitteen toimisuunta halutaan invertoida, tapahtuu se täältä tai mekaanisesti itse laitteelta. Täältä sivulta on myös mahdollista tulostaa käyttöönottoraportti, josta näkyvät kaikki asetetut asetukset sekä yhteysasetukset. Tämä on hyvä lisätä luovutusdokumentteihin, jotta laitteen IP-osoite pysyy tallessa. Asetukset voi myös hakea talteen ja ladata toiseen laitteeseen. Kymmenien vuosien päästä laitetta vaihdettaessa voi käyttöönoton suorittaa vain tuomalla vanhat asetukset uuteen laitteeseen tai kopioimalla käyttöönottoraportista. Liitteessä 1 näkyy laitteen käyttöönottoraportti ja siitä selviävät tiedot. (17, s. 6–8, 12.)

## Pöydällä Oppari

**Belimo Energy Valve**    1/2" | DN 15

Vnom    21.000 l/min    Pnom    80 kW

**Aloitussavustaja**    **Käyttöönottoraportti**

**Asetusten tuonti**    **Asetusten vienti**

**Konfigurointi**

**Yksiköt**

Lämpötila	C	▼
Virtaus	l/min	▼
Teho	kW	▼
Energia	kWh	▼

**Sovellus**

Asennusasento	Venttiili syöttöputkessa	▼
Pidemmän anturin kaapelin pituus	3 m	▼
Virtausaine	Vesi	▼

**Analoginen takaisinkytkentä**

Takaisinkytkentä	Venttiilin asento	▼
Alue	2 - 10 V	▼

**Pakkokytkenä**

Auki Auki  1 h 30 min

alka takaisin automaattitoimintaan

**Säätöasetukset**

Säätötila	Tehonsäätö	▼
Asetusarvo lähde	Analoginen	▼
Säätösignaalin alue	2 - 10 V	▼
Käänteinen viesti	ei käännetty	▼

**Maksimi ja rajoitus**

Vmax	10.500 l/min
Alue	8.300 - 21.000
Vmin	
Pmax	3.2 kW
Alue	0.4 - 80.0

**Delta T Manager**

delta T Rajoitustoiminto	<input checked="" type="checkbox"/>	Delta-T Manager-Skaalaus	▼
delta T arvon rajoittaminen		5.0 K	▼
		Alue	1.0 - 55.6
delta -T-virtauksen kyllästysarvo		2.000 l/min	▼
		Alue	1.890 - 21.000

*KUVA 8. Asetukset-sivu energiaventtiilin web-palvelimessa*

Viimeisenä konfiguroidaan haluttu kommunikointitapa sekä määritellään sille kommunikaatiotavan mukaan määriteltävät asetukset (kuva 9) (17, s. 7, 15). MS/TP-kommunikointitavalle konfiguroidaan väyläosoite sekä väylänopeus. Väyläosoitteita ei voi olla kahta samaa väylällä. Väylänopeus on oltava kaikilla väylän laitteilla sama.

BACnet IP-kommunikointitavalle määritellään portti ja onko kyseessä yksinkertainen laite vai vieras laite (kuva 9). Vieras laite tarkoittaa eri aliverkosta tulevaa laitetta, joka kommunikoi BBMD-laitteen avulla. BBMD tulee sanoista "BACnet Broadcast Management Device". BBMD-laitteita tarvitaan, koska useimmat reitittimet eivät pysty jatkamaan BACnet-liikennettä aliverkkojen välillä. BBMD-laite voi olla fyysinen laite tai ohjelma. BBMD lähettää paketteja toisen aliverkon BBMD-laitteelle, joka toistaa paketin viestit omassa verkossaan. Vieras

laite lähettää viestejä toisen verkon BBMD-laitteelle ja laite ohjaa viestit molempiin suuntiin. (18; 19.)

### BACnet MP- ja Modbus-asetukset

**Kommunikaatioprotokolla**

- BACnet IP
- BACnet MS/TP
- MP
- Modbus TCP
- Modbus RTU
- Ei mitään

---

**BACnet IP -asetukset**

Portti

- Yksinkertainen laite
- Vieras laite

---

**Laitteen asetukset**

<input type="text" value="4096"/>	Instanssin ID
<input type="text" value="Oppari"/>	Laitteen nimi
<input type="text" value="Energy Valve"/>	Laitteen kuvaus
<input type="text" value="Pöydällä"/>	Sijainti
<input type="text" value="0"/>	Järjestelmän tila
<input type="text" value="1"/>	Protokollaversio
<input type="text" value="12"/>	Protokollarevisio

*KUVA 9. Kommunikaatioprotokolla-asetukset energiaventtiilin web-palvelimessa*

Energiaventtiilin IP-asetukset tehdään verkon konfigurointiasetuksissa (17, s. 14). Tätä kuvataan tarkemmin luvussa 4.1. Laitteen IP-osoitetta vaihtaessa on hyvä ottaa huomioon, että jatkossa laitteeseen suoraan yhteyttä otettaessa on käytettävä asetettua IP-osoitetta. Laite varoittaa IP-osoitetta vaihdettaessa, että viallinen määrittys tekee laitteesta käyttökeltottoman. Jos BACnet IP on käytetty kommunikointitapa, IP-osoite on vaihdettava BACnet IP-verkkoon sopivaksi ja yksilölliseksi.

### 3.2 Fidelix FX-SPIDER-40

Työssä energiaventtiili yhdistettiin FX-Spider-40-säätimeen (kuva 10). Säädin on tarkoitettu pieniin prosesseihin pääsäätimeksi. Siihen on integroitu 40 I/O-pistettä, jotka koostuvat 8 digitaalisesta tulosta, 8 digitaalisesta lähdöstä, 16 analogisesta tulosta sekä 8 analogisesta lähdöstä. Laitteessa on integroitu HTTP- ja FTP-palvelin, josta prosessin grafiikkakuvia voidaan katsoa. Tämä on niin sanottu käyttöliittymä. FX-Spider on kompakti paketti, joka mahtuu pieneen tilaan ja siinä on 5,7 tuuman kosketusnäyttö prosessin paikallista seuranta varten. Tarvittaessa näytön voi asentaa kytkentäkotelosta erilleen. Säätimessä on mahdollisuus GSM-modeemille jatkohälytyksiä varten. Säädin voidaan myös liittää Ethernet-verkkoon jatkohälytyksiä tai etähallintaa varten. Laitteessa on pistokeliitântä valmiina. (20).



KUVA 10. FX-Spider-40 (20)

Laitteessa on yksi Modbus-portti valmiina integroidulle I/O-kortille. Laitteeseen on mahdollista lisätä yksi lisäportti (20). Lisäportti tukee Modbus- ja BACnet MS/TP-kommunikointiprotokollia. Ethernet-porttiin lisättävän Multilink-mediamuuntimen avulla voidaan lisätä Modbus- ja MBUS-portteja. Multilink-mediamuunnin ei tue MS/TP-protokollaa (21). BACnet MS/TP-kommunikoivat laitteet on kytkettävä aina suoraan säätimeltä lähtevään väylään. MS/TP-portteja voi olla säätimessä vain yksi (21). BACnet IP-laitteet kytketään lähtökohtaisesti samaan Ethernet-verkkoon (4, s. 5). Vanhempiin laitteisiin saadaan laiteohjelmiston päivityksellä säädin tukemaan BACnet-tietoliikenneprotokollaa. BACnet-toiminnallisuus on jo laitteissa versiosta 12.00. alkaen (22).

Kaikkiin Fidelixin säätimiin täytyy erikseen aktivoida BACnet-toiminnallisuus (21). Fidelixin BACnet-protokollaa tukevia säätimiä ovat FX-Spiderin lisäksi myös FX2030A, FX2030A-BASIC ja FX-3000-C (22.) Aktivointiavain on tuotekoodikohtainen, joten se täytyy ensin lähettää valmistajalle eli Fidelix Oy:lle tai Fidelixin jälleenmyyjälle. Tuotekoodin löytää muiden aktivointien joukosta laitteen integroidulta palvelimelta. Aktivointiavainta voi kysyä Fidelixin tuesta.

Kun BACnet-toiminnallisuus on aktivoitu, se täytyy määrittää vielä käyttöön järjestelmäasetuksista (kuva 11) (21). Sieltä valitaan kommunikointitapa sekä laitteen ID-numero. ID-numero on tehdasasetuksena 1. ”APDU Timeout (ms)” tarkoittaa aikaa millisekunneina, jonka säädin odottaa vastausta kyselyyn, ennenkuin vastaus hylätään.

BACnet laiteasetukset	
BACnet IP	<input checked="" type="checkbox"/>
BACnet MS/TP	<input type="checkbox"/>
BACnet laitteen ID	<input type="text" value="1"/>
APDU Timeout (ms)	<input type="text" value="300"/>

*KUVA 11. BACnet laiteasetukset FX-Spiderin käyttöliittymässä*

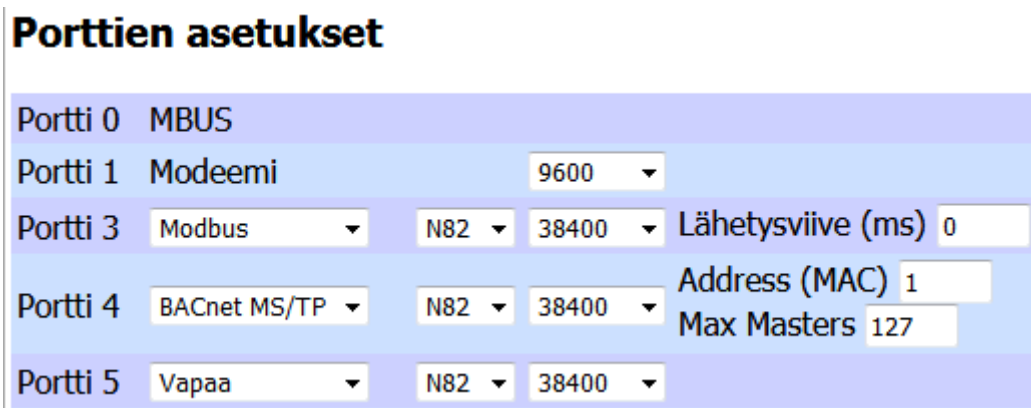
Fidelixin uusimmassa PLC-mallissa FX-3000-C on erilliset WAN- ja LAN-portit, joten niissä täytyy erikseen määrittellä kumpaan BACnet-laitteensa kytkee.

FX-Spiderissä on vain yksi Ethernet-portti, joten se on automaattisesti määritelty, kun järjestelmäasetuksista valitaan BACnet IP aktiiviseksi. Muuten määrittelyt ovat säätimissä samanlaiset. BACnet IP-protokollaan portti määritellään erikseen vielä palomuurin asetuksissa (kuva 12) (21). Tehdasasetuksena se on 47808. Fidelixin säädin voi toimia myös BBMD-laitteena ja siihen voivat ottaa yhteyttä vieraat laitteet (22). FX-Spiderin IP-asetuksista on kerrottu lisää luvussa 4.1.



Kuva 12. BACnet IP-palomuurin asetukset FX-Spiderin käyttöliittymässä

Jos kommunikaatiotavaksi halutaan MS/TP, silloin tulee vielä erikseen määrittellä portti, väyläosoite ja kommunikointinopeus porttien asetuksista (kuva 13) (21). Täältä voi myös muuttaa "Max Masters"-lukumäärää. Kuvassa on valittu "Portti 4" BACnet MS/TP-portiksi eli se on säätimeen lisättävä lisäportti. "Portti 3" on FX-Spiderissa vakiona integroidun kortin Modbus-väylä. Porttiin 4 on asetettu väylänopeudeksi 38400 baud. Säätimen väyläosoite MS/TP-väylällä on 1. MS/TP-väylää voi nopeuttaa vähentämällä "Max Masters" lukumäärää, jos laitteita ei ole monta.



KUVA 13. Porttien asetukset FX-Spiderin käyttöliittymässä

## 4 TYÖN SUORITUS

Yhteys luotiin BACnet IP-protokollaa käyttäen Fidelixin FX-Spider-40 ja Belimon energiaventtiilin EV015R + BAC välille. BACnet IP-protokollaan päädyttiin, koska FX-Spider-säätimessä ei ollut vapaita fyysisiä RS-485-portteja jäljellä. Kohteessa energiaventtiili yhdistettiin FX-Spiderin kanssa samaan verkkokyttimeen Ethernet-kaapelilla.

Yhteys tehtiin myös MS/TP-kommunikointitavalla erillisen FX-3000-C-säätimen ja energiaventtiilin välille. Kokeilin tällä BACnet MS/TP-väylän kommunikointia ja energiaventtiilin toiminnallisuuksia ennen kuin laite asennettiin lopulliseen sijoituspaikkaan.

### 4.1 Yhteyden luominen

Yhteyden luomiseen laitteet on konfiguroitava käyttämään samaa kommunikointitapaa. Tässä tapauksessa molemmissa laitteissa ainoana vaihtoehtoina BACnet-kommunikointitavaksi oli joko BACnet IP tai BACnet MS/TP. MS/TP-kommunikaatitavalla laitteissa tulee olla sama väylänopeus ja erilliset väyläosoitteet laitteiden kesken. Yhteys luotiin molempia tapoja käyttämällä, mutta kohteeseen yhteys tehtiin käyttäen BACnet IP-kommunikointitapaa. Laitteilla tulee olla kommunikointitavasta riippumatta yksilölliset ID-numerot (21).

BACnet IP-kommunikointitavassa laitteiden tulee olla lähtökohtaisesti samalla IP-osoitealueella. Laitteet voivat olla eri aliverkoissakin, mutta verkoissa täytyy olla keskustelevat BBMD-laitteet. Fidelixin säädin voi toimia BBMD-laitteena ja siihen voivat ottaa yhteyttä vieraat laitteet (22).

Belimon web-palvelimella IP-asetukset tehdään ”Verkon konfigurointi” -sivulla (kuva 14). Verkon laitteilla tulee olla erilliset IP-osoitteet. Laitteella voi ottaa DHCP-protokollan käyttöön tai määrittää itse staattisen IP-osoitteen. (17, s. 14.) Kuvassa 14 on energiaventtiiliin asetetut IP-asetukset.

**Verkon konfigurointi**

50:2D:F4:0F:88:9C MAC-osoite

DHCP/Zeroconf  
 Staattinen/Zeroconf

10.100.1.205 IP-osoite

255.255.255.0 Verkkomaski

10.100.1.1 Väyläportti

10.100.1.1 DNS-nimipalvelin 1

8.8.8.8 DNS-nimipalvelin 2

KUVA 14. Belimon energiaventtiilin verkon konfigurointi web-palvelimessa

Kuvassa 15 näkyy FX-Spideriin asetetut IP-osoitteet. IP-asetuksiin päästään valitsemalla käyttöliittymässä ylemmästä alavalikosta "Asetukset" ja alemmasta "IP osoitteet". Kuvista 14 ja 15 nähdään laitteiden olevan samassa aliverkossa.

Hälytykset

Asetukset

IP osoitteet

Suomi

English

### IP osoitteet

**Ethernet - Aktiivinen IP osoite: 10.100.1.201**

Hae osoite automattisesti (DHCP)

Oletus IP-osoite	10.100.1.201	255.255.255.0
Oletusyhdykäytävä	10.100.1.1	
Nimipalvelin (DNS)	10.100.1.1	

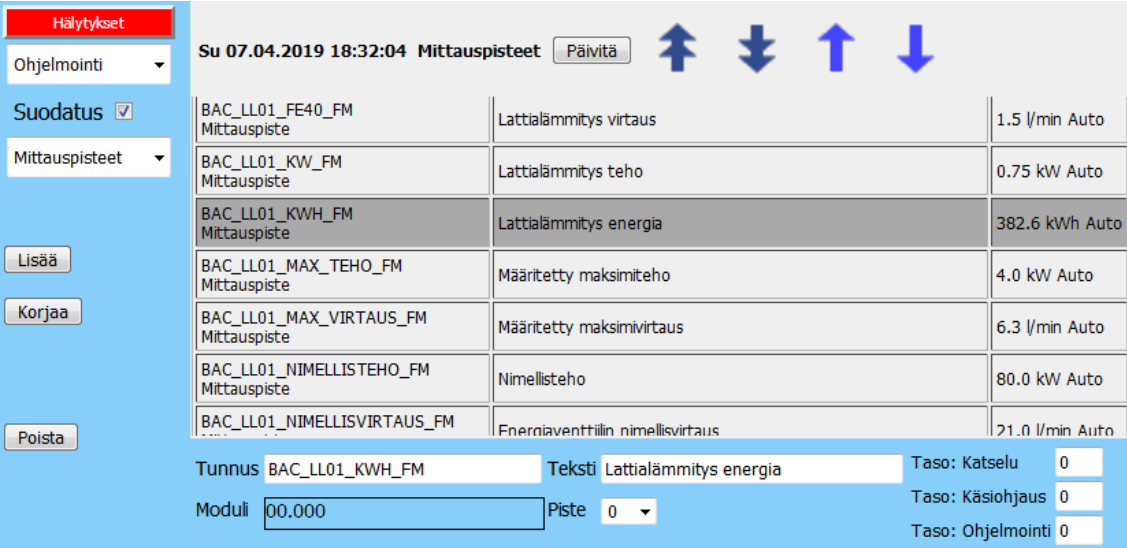
KUVA 15. IP-osoitteet FX-Spiderin käyttöliittymässä

Kommunikaatiota voi testata luomalla pisteen, joka määritetään ulkoiseksi BACnet-objektiksi. Sen jälkeen painetaan "DEVICES", joka hakee kaikki verkkoon kytketyt BACnet-laitteet valitulla kommunikointitavalla (21). Siksi laitteiden konfiguroinnissa on tärkeää nimetä laitteet selkeästi laiteposition mukaan. Jos laitetta ei löydy listasta, on todennäköisesti tapahtunut virheellinen konfigurointi. Tuolloin kannattaa tarkistaa, että laitteille on asetettu eri ID-numerot sekä ettei laitteille ole asetettu samoja väylä- tai IP-osoitteita valitun kommunikointitavan mukaan.

## 4.2 Pisteiden ja grafiikan luominen

Koska energiaventtiili lisättiin jo olemassa olevaan projektiin jälkikäteen, ei pisteitä ja tilatekstejä tarvinnut luoda suurta määrää. Hälytysryhmät olivat jo valmiina olemassa. Siksi päädyttiin tekemään tilatekstit ja pistelisäykset käyttäen FX-Spiderin-käyttöliittymää. Siellä pisteitä voi tehdä valitsemalla ylävalikosta ”Ohjelmointi” ja alavalikosta halutun pisteen tyyppi (kuva 16).

FX-Editor-projektinhallintaohjelmistolla on totuttu tekemään suurin osa projektista valmiiksi. Ohjelmalla voi tehdä grafiikat, pisteet, hälytysryhmät, tilatekstit, historiapisteen ja säätöpiirit valmiiksi odottamaan säätimelle lataamista. Tässä työssä grafiikkakuvat tehtiin käyttäen FX-Editor-ohjelmaa. Jos pisteitä on suuri määrä, kannattaa kaikki tehdä käyttämällä kyseistä ohjelmistoa. FX-Editorissa ei ollut vielä mahdollisuutta tehdä pisteitä, jotka hakevat ulkoisia BACnet-objekteja. Tästä syystä päädyttiin käyttämään säätimen käyttöliittymän omaa ohjelmointivalikkoa eli pisteohjelmointia. Jos pisteet luodaan käyttäen FX-Editoria, on pisteisiin kuitenkin palattava asettamaan BACnet-objektin haku käyttöliittymässä. Toisaalta tämä tulee paljon nopeammaksi erityisesti, jos pisteitä on runsaasti. Kuvassa 16 näkyy pisteohjelmointi käyttöliittymässä. Pistelistaus näkyy valitun tyyppin mukaan ja pisteitä voi suodattaa joko tunnuksen tai tekstin perusteella. Kuvassa 17 näkyvät valitun pisteen tarkemmat pisteasetukset.



Mittauspiste	Yksikkö	Arvo
BAC_LL01_FE40_FM	l/min	1.5 Auto
BAC_LL01_KW_FM	kW	0.75 Auto
BAC_LL01_KWH_FM	kWh	382.6 Auto
BAC_LL01_MAX_TEHO_FM	kW	4.0 Auto
BAC_LL01_MAX_VIRTAUS_FM	l/min	6.3 Auto
BAC_LL01_NIMELLISTEHO_FM	kW	80.0 Auto
BAC_LL01_NIMELLISVIRTAUS_FM	l/min	21.0 Auto

Tunnus: BAC\_LL01\_KWH\_FM    Teksti: Lattialämmitys energia    Taso: Katselu: 0

Moduli: 00.000    Piste: 0    Taso: Käsiohjaus: 0

Taso: Ohjelmointi: 0

KUVA 16. Pisteohjelmointi FX-Spiderin käyttöliittymässä

Jotta pääsee tekemään muutoksia pisteohjelmointiin, täytyy olla sisäänkirjautunut käyttäjätunnuksella, jolla on ohjelmointioikeudet. Kuvan 16 kohtia "Tunnus", "Teksti" sekä kuvan 17 asetuksia muokkaamalla voi tehdä uuden pisteen painamalla "Lisää" vasemmasta sivupalkista. Pistettä voi muokata muutoksien jälkeen painamalla "Korjaa". Koko pisteen voi poistaa painamalla "Poista." Kahta pistettä ei voi olla samalla tunnuksella.

Kuvassa 17 näkyvät valitun pisteen tarkemmat pisteasetukset. Sieltä voi asettaa pisteen tyyppin perusteella käynnistys- ja pysäytysviiveen, yksikön, desimaalien lukumäärän, tilatekstin, aikaohjelman, hälytysryhmän, koskettimen tilan, minimi- ja maksimijännitteen, toleranssin sekä näytteenottovälin.

Pisteissä, joihin haetaan ulkoinen BACnet-objekti, voidaan käyttää samoja asetuksia. Mittauspisteissä huomio kiinnittyy oikeaan yksikköön sekä desimaalien lukumäärään. Indikointi- ja ohjauspisteissä korostuu tilateksti. Tilateksti kuvaa, mitä mikäkin arvo tarkoittaa. Esimerkiksi arvolla 1 laite on kunnossa ja arvolla 2 vikatilassa. Nämä numeroarvot muutetaan tekstiksi käyttäjälle. Kuvassa 17 näkyvät indikointipisteen pisteasetukset.

The screenshot displays the configuration interface for a point in the FX-Spider system. At the top, there are three tabs: "Taso: Katselu" (0), "Taso: Käsiohjaus" (0), and "Taso: Ohjelmointi" (0). Below these, the "Tunnus" (ID) is set to "BAC\_LL01\_ANTURIENTILA\_FI" and the "Teksti" (Text) is "Energiaventtiilin antureiden tila".

The main configuration area includes the following settings:

- Globaalipiste
- Käynnistysviive (sek): 0
- Pysäytysviive (sek): 1
- Kolmitilainen:
- Normaalisti suljettu kosketin:
- Tilateksti: ANTURIENTILA
- Kuva: Avaa Lattialämmitys\_tila.htm Auto
- Automaattinen kuvan avaus:
- Bacnet Server Object  Multi-state Input No. AUTO
- External Bacnet Object  Port: Bacnet IP, Recipient: Device ID ID: 4096, Object Type: Multi-state Input, Object No.: 103, Property: present-value, Array Index: , Minimum Read Interval(ms): 100, Writable:

Buttons for "DEVICES", "OBJECTS", and "PROPERTIES" are visible on the right side of the configuration area.

KUVA 17. Pisteen määrittely FX-Spiderin käyttöliittymässä

Pisteohjelmoinnista näkyvät myös BACnet-objektin hakuasetukset. Painamalla rasti kohtaan "BACnet Server Object" (kuva 17) tehdään pisteestä BACnet-objekti, joka voidaan lukea säätimeltä (21). Esimerkiksi jos kiinteistössä on kaksi erillistä automaatiojärjestelmää ja molemmat tukevat BACnet-protokollaa, voidaan tietoa hakea toisesta järjestelmästä toiselle. Kun pisteen määrittää BACnet-Server-objektiksi, näkyy siinä objektin tyyppi ja numero. Numerointi tulee automaattisesti numerojärjestyksessä objektin tyyppin perusteella (21). Objektin numeron voi itse vielä tarvittaessa vaihtaa. Jos kyseessä on vapaasti ohjelmitava logiikka, kuten FX-Spider-40, on objektilistaus siis laiteriippuvainen. Säätimen tuetut ominaisuudet ovat nähtävillä valmistajan tai BACnet Testing Laboratories -testaajan laatimasta dokumentista (Liite 5).

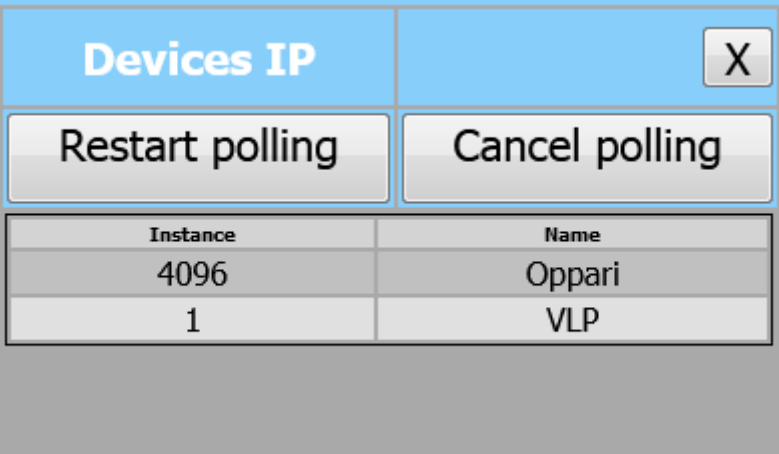
Painamalla rasti kohtaan "External BACnet Object" aukeavat valikot, joista valitaan miltä laitteelta mitä objektia ja mitä sen ominaisuutta haetaan. Kuvan 18 eritelty "LAITE ONLINE" tarkoittaa, että laite on kytketty verkkoon ja määrittäminen onnistuu painonapeista aukeavilla valikoilla (kuvat 19, 20 ja 21). "LAITE OFFLINE" tarkoittaa, ettei laitetta ole vielä kytketty ja objektin haku halutaan määrittellä etukäteen täyttämällä kentät. (21.) "YHTEINEN ALUE" tarkoittaa kuvassa aluetta, joka täytyy määrittää oli laite kytketty tai ei. BACnet-pisteen määrittämiseksi valitaan yhteisellä alueella kohtaan "Port" BACnet IP tai MS/TP (kuva 18). Valinta tehdään valitun kommunikointitavan mukaisesti.

Bacnet Server Object <input type="checkbox"/>	<b>YHTEINEN ALUE</b>		
External Bacnet Object <input checked="" type="checkbox"/>	Port	Bacnet IP	
<b>LAITE OFFLINE</b>	Recipient	Device ID <input type="text"/> ID: 4096	<input type="button" value="DEVICES"/>
	Object Type	Analog Input	<input type="button" value="OBJECTS"/>
	Object No.	1	
	Property	present-value	<input type="button" value="PROPERTIES"/>
<b>ASETUKSET</b>	Array Index	<input type="text"/>	
	Minimum Read Interval(ms)	100	
<b>LAITTEELLE KIRJOITUS</b>	Writable	<input type="checkbox"/>	

*KUVA 18. Objektin hakeminen FX-Spiderin käyttöliittymässä*

Kuvan 18 eriteltyssä "LAITE ONLINE" kohdassa sijaitsevaa "DEVICES"-painiketta painamalla nähdään kaikki yhteisellä alueella valitun kommunikointitavan kommunikoivat BACnet-laitteet (kuva 19) (21). Valikosta

näkyä asetettu nimi sekä laitteen ID-numero. Kuvassa näkyvä "VLP" ID-numero 1 on FX-Spider-40 ja 4096 "Oppari" on Belimon energiaventtiili.



The screenshot shows a window titled "Devices IP" with a close button (X) in the top right corner. Below the title bar are two buttons: "Restart polling" and "Cancel polling". Below these buttons is a table with two columns: "Instance" and "Name".

Instance	Name
4096	Oppari
1	VLP

*KUVA 19. Löydetty BACnet-laitteet FX-Spiderin käyttöliittymässä*

Jos laitetta ei ole kytketty, laitemäärittelyyn voi tehdä suoraan syöttämällä laitteen tiedon kohtaan "Recipient" (kuva 18). Laite voidaan määrittää käyttämällä joko IP-osoitetta (BACnet IP) tai väyläosoitetta (BACnet MS/TP). Laite voidaan määrittää myös molemmilla kommunikointitavoilla laitteen ID-numeron kautta.

Jos laite valitaan "DEVICES"-valikon kautta, päästään suoraan näkemään listaus kaikista laitteen objekteista eli päästään "OBJECTS"-valikkoon (kuva 20). Objektit näkyvät tyyppin mukaan aakkosjärjestyksessä. Objektista näkyy nimi, objektityyppi sekä objektityypin numero. "OBJECTS" painike hakee laitteen objektilistauksen suoraan vain, jos pisteeseen on jo määriteltynä, miltä laitteelta objekteja haetaan (21).

Jos laitetta ei ole kytketty, voidaan objektin valinta tehdä kuvan 18 "Object Type"-alavalikosta. Valikossa näkyvät kaikki objektityypit. Objektin voi määrittää valitsemalla valikosta objektin tyyppin ja kirjoittamalla objektin numeron kohtaan "Object No" valmistajan objektilistauksen perusteella.

Objects IP device 4096		X
Restart polling		Cancel polling
Analog Value-106	Pnom_kW	
Analog Value-107	Pnom_kBTUh	
Analog Value-108	SpFlow_DeltaT_lmin	
Analog Value-109	SpFlow_DeltaT_gpm	
Binary Input-1	SpPosReached	
Binary Input-101	SummaryStatus	
Binary Value-100	RstErrCount	
Device-4096	Oppari	
Multi-state Input-102	DeltaT_MgrStatus	
Multi-state Input-103	StatusSensor	
Multi-state Input-104	StatusFlow	

KUVA 20. Valitun laitteen objektit FX-Spiderin käyttöliittymässä

Valitsemalla Objekti-valikosta yksi objekti päästään kyseessä olevan objektin sisälle "PROPERTIES" eli ominaisuudet-valikkoon (kuva 21). Jotta "PROPERTIES"-valikkoon voidaan mennä suoraan, täytyy laite ja objekti olla määriteltynä (21). Valikosta voidaan erikseen valita, mitä ominaisuutta objektilta luetaan tai sinne kirjoitetaan. Jos laitetta ei ole kytketty, voidaan ominaisuus valita kuvan 18 "Property" alavalikosta. Valikosta näkyvät kaikki ominaisuudet, joten on tiedettävä, mitä ominaisuutta laite ja säädin tukee.

IP device 4096 object Analog Input-11	
Restart polling	Cancel polling
Property	Value type
object-identifier	Cannot read (Object ID)
object-name	Cannot read (Character String)
object-type	Enumerated
present-value	Real
status-flags	Cannot read (Bit String)
event-state	Enumerated
out-of-service	Boolean
units	Enumerated
description	Cannot read (Character String)
COV-increment	Real

KUVA 21. Objektin ominaisuudet FX-Spiderin käyttöliittymässä

Kuvan 21 objektin "Analog Input-11" ominaisuuksista voidaan valita mikä vain, mutta on hyvä ottaa huomioon, mitä säädin tukee. FX-Spider ei tue kaikkia arvotyyppjä. Näiden kohdalla lukee teksti "Cannot Read". Vaikka säädin tukeekin tiettyä arvotyyppiä, on huomioitava, tukeeko säädin tiettyä BIBBs:iä. Esimerkiksi säädin ei käsittele DS-COV-A BIBBs:iä, eli "Change Of Value" tilausta. Tiedot tuetuista BIBBs:eistä sekä arvotyypeistä ovat saatavilla BACnet Testing Laboratories -nettisivulta valmistajan PICS-dokumentista tai testaajan tekemästä BTL listing -dokumentista. Laitteiden BTL Listing -dokumentit ovat liitteissä 4 ja 5. Kuten liitteistä näkyy, energiaventtiili tukee DS-COV-B BIBBs:iä, mutta säädin ei tue DS-COV-A BIBBs:iä. Energiaventtiili osaa vastata tilaukseen, mutta säädin ei osaa tilata sitä. Säädön toteuttamiseen tarvittiin ainoastaan "present-value" ominaisuutta eli nykyistä arvoa.

Jos pisteeseen halutaan kirjoittaa tietoa, täytyy näiden valikoiden alta painaa rasti ruutuun "Writable" (kuva 22) (21). Tämä tekee BACnet-pisteestä kirjoitettavan, eli pisteestä ei vain haeta arvoa vaan sinne voidaan kirjoittaa arvo. Kirjoitettavat pisteet saadaan selville valmistajan erillisestä objektistauksesta tai kokeilemalla. Piste menee BACnet-virhetilaan, jos "Vain luku" -objektiin yritetään kirjoittaa.

Writable

Lockstate write config

Auto  16

Program  10

Manual  8

KUVA 22. Pisteeseen kirjoittamisen määrittäminen FX-Spider käyttöliittymässä

BACnet-kommunikoiviin pisteisiin kirjoitettaessa tulee huomioida prioriteettitaulukko. BACnet-protokollassa arvoksi valitaan prioriteettitaulukon pienin eli tärkein prioriteetti, johon on kirjoitettu. Prioriteettejä on 16, joista osa on jo etukäteen määritelty. FX-Spiderin käyttöliittymän oman prioriteettitaulukon mukaan "Auto"-arvo kirjoitetaan prioriteettiin 16, ohjelmasta tuleva arvo prioriteettiin 10 sekä käsiohjaus prioriteettiin 8. (21.) Piste on "Auto"-tilassa, kun siihen ei vaikuta käsiohjaus tai ohjelma. Prioriteettitaulukon saa esiin FX-Spiderin käyttöliittymästä valitsemalla "Asetukset" ylemmästä alavalikosta ja alemmasta alavalikosta "Prioriteettitaulukko" (kuva 23). Esimerkiksi prioriteetti 1 on manuaalinen hätäpysäytys. Prioriteetti 0 ei ole käytössä, vaikka se taulukossa esiintyy.

Priority Level	Application
0	System Critical Safety
1	Manual-Life Safety
2	Automatic-Life Safety
3	Available
4	Available
5	Critical Equipment Control
6	Minimum On/Off
7	Available
8	Manual Operator
9	Available
10	SoftPLC
11	Available
12	Available
13	Available
14	Available
15	Available
16	Auto state

KUVA 23. Prioriteettitaulukko FX-Spider käyttöliittymässä

### 4.3 Ohjelma

Säädin käyttää PLC-ohjelmointiin IEC-61131-3-standardeja (20). Ohjelmointi suoritettiin käyttämällä OpenPCS-ohjelmaa. Ohjelmalla voidaan tehdä kaikki kirjoitettavat ohjelmat, kääntää ne ja ladata säätimelle. Ohjelmalla voi myös monitoroida koodissa esiintyviä arvoja ja näin testata koodia. Uusimmassa FX-Editorin versiossa on OpenPCS yhdistetty projektinhallintaohjelmistoon.

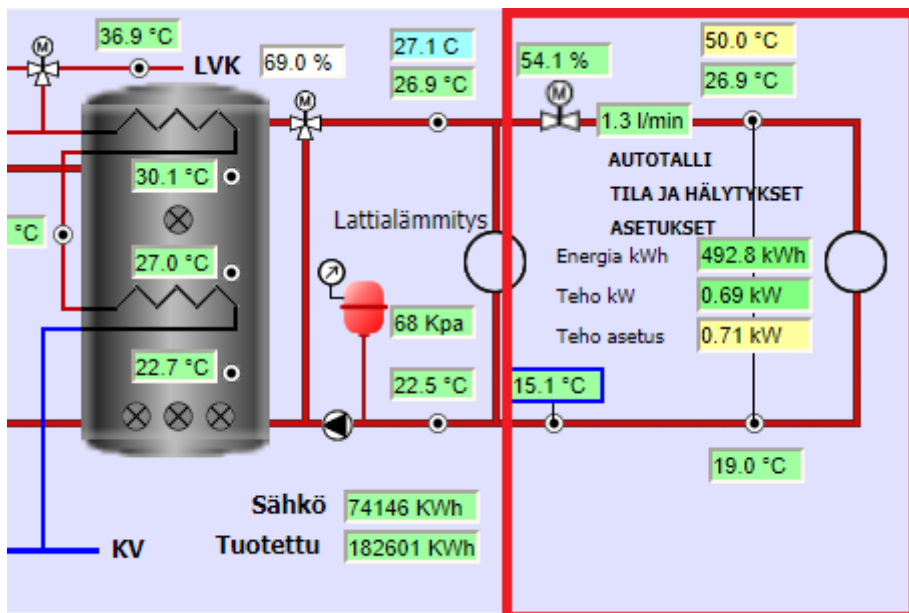
BACnet-pisteiden ohjelmointi ei eroa tavallisten fyysisten I/O-pisteiden ohjelmoinnista mitenkään. Käsiteltävät arvot haetaan PLC:stä samalla tavalla. Säättöpiirit on toteutettu FX-Spiderin oman ohjelmoinnin kautta. Ohjelmaa tarvittiin vain eri tilatietopisteiden arvojen kopiointiin hälytyspisteisiin, säätömuodon valintaan sekä kommunikaatiovikahälytyksen toteuttamiseen. Erillisiä tilatietoja energiaventtiililtä ei voinut hakea suoraan hälytyspisteeseen, joten niiden arvot täytyi ohjelmassa kopioida erillisiin hälytyspisteisiin. FX-Spiderissä tehdyt säättöpiirit yrittivät kaikki ohjata samaa asetusarvopistettä, joten säätömuodon valinta -ohjauspisteestä kirjoitettiin säätömuoto-tilatietoja. Säättömuoto-tilatieto asetettiin kyseisen säättöpiirin käynnistäväksi. Esimerkiksi tehonsäädön tilatieto laitettiin kyseisen säättöpiirin ”Indikointi”-kohtaan, jotta säättöpiiri toimii vain, jos tehonsäätö on valittuna. Näin saatiin muut säätötavat pois käytöstä, kun yksi valittiin.

Koska lattialämmityspiirissä oli yksi muita alttiimpi piiri jäätymään, lisättiin piiriin erillinen lämpötilamittaus ja tehtiin ohjelmassa jäätymissuoja. Jos piirin lämpötila laskee alle asetetun arvon, pakotetaan venttiili täysin auki. Venttiili pysyy täysin auki, kunnes lämpötila on noussut kolme astetta yli rajan. Liitteessä 2 ovat ohjelmat hälytyspisteisiin kirjoitus, jäätymissuoja sekä säätömuodon valinta.

Liitteessä 3 on kommunikaatiovikahälytys BACnet-pisteestä. Hälytys tulee linkittää yhteen laitteen pisteeseen. Hälytys tulostuu myös, jos piste on BACnet-virhetilassa eli pisteen konfiguroinnissa on virhe. Ohjelma ei ole itse tehty, vaan se on saatu Fidelixin tuesta.

#### 4.4 Työn tarkastelu

Lopullinen työ koostuu grafiikkakuvasta, pisteistä ja taustalla pyörivästä ohjelmasta. Grafiikkakuvat näkyvät säätimen käyttöliittymässä. Grafiikkakuvassa näkyy prosessikuva (kuva 24). Grafiikkakuvasta on nähtävissä pisteisiin luetut arvot, joista prosessia seurataan. Asetusten muuttaminen tai käsiohjaus on myös mahdollista käyttöliittymän grafiikkakuvassa. Ohjelma ohjaa prosessia taustalla. Kaikista energiaventtiiliä koskevista grafiikkakuvista on mahdollista siirtyä toiseen kuvissa näkyvien linkkien välityksellä. Linkit ovat tekstejä: "TILA JA HÄLYTYKSET", "ASETUKSET" sekä "PÄÄKUVA". Kuvassa 24 näkyy lämmönjakoon lisätty osuus punaisessa kehyksessä.



KUVA 24. Lisätty lämmityspiiri grafiikkakuvaan punaisissa kehyksissä

Kuvassa 24 vihreällä pohjalla näkyvät mittaukset. Kuvasta nähdään virtaus-, energia- ja lämpötilamittaukset sekä venttiilin asentotieto. Kuvassa näkyy myös tehon asetusarvo keltaisella pohjalla. Sen yläpuolella näkyy tämänhetkinen teho. Energiamittaukset voidaan suoraan hakea energiaventtiililtä eikä niitä tarvitse itse laskea ohjelmassa. Lämpötilan säätö ei ole käytössä tehonsäädön ollessa päällä, vaikka se grafiikkakuvassa näkyykin. Säätopiirit saavat asetusarvonsa autotallin huonelämpötilan mukaan.


Kuvassa 25 näkyvät prosessin hälytykset ja tilatiedot. Kuvasta nähdään erilaiset energiaventtiilin tilatiedot: Yleistila, Toimilaitteen tila, Nesteen tila, Anturien tila sekä Virtauksen tila. Kuvasta nähdään myös tämänhetkinen lämmitysteho sekä kertynyt lämmitysenergia kilowattitunteina.



*KUVA 25. Tilatiedot sekä hälytykset -sivu*

Yleistila summaa kaikki tilat yhteen tietoon, joten sen hakeminen kaikkien muiden kanssa oli turhaa. Kaikkien tilatietojen hakeminen vain antaa enemmän tietoa kuin pelkkä yleistilasta saatava "OK" tai "VIKA". Kaikista tilatiedoista paitsi yleistilasta saadaan hälytys, kun tilatieto on jossain muussa arvossa kuin "OK". Toimilaitteen tilasta saadaan tieto toimilaitteen jumiutumuksesta tai käsikäytöstä. Nesteen tilasta saadaan tieto jäätymisvaarasta sekä onko kiertävässä nesteessä ilmakuplia. Anturien tilasta nähdään kaikkien energiaventtiilin anturien toimintatila. Virtauksen tilasta saadaan tietoon, onko virtausta venttiili kiinni, kiertääkö vesi väärään suuntaan tai saavutetaanko haluttu virtaus.

Kuvassa 26 näkyy asetussivu. Nimensä mukaan sieltä on asetettavissa asetukset, joiden mukaan energiaventtiiliä ohjataan. Sieltä on asetettavissa ohjauksen pakotus, säätömuodon valinta, erilaisten säätömuotojen asetukset sekä energiaventtiilin deltaT-toiminnon asetukset.

	<b>AUTOTALLIN LATTIALÄMMITYKSEN ASETUKSET</b>	<b>18:04:54</b> <b>11.05.2019</b>	ULKOILMAN LÄMPÖTILA <b>11.0 °C</b>
---	---	--------------------------------------	---------------------------------------

**ASETUKSET**

**OHJAUKSEN PAKOTUS** **EI PAKOTUSTA** Pakottaa säädön haluttuun tilaan kahdeksi tunniksi. Jää päälle, jos ei palauta 'Ei Pakotusta' Tilaan.

**SÄÄTÖMUODON VALINTA** **TEHOSÄÄTÖ** Valitaan haluttu säätömuoto

TE17  
17.7 °C Autotallin huonelämpötila

Toimilaitteen asetusarvo 0.0 % Riippuen säätömuodosta prosenttiosuus maksimitehosta tai virtauksesta. Asentosäädöllä toimilaitteen asento.

Toimilaitteen asentotieto 27.3 % Toimilaitteen asetusarvo on käsiohjattavissa kaikilla säätömuodoilla. Toimilaitteen asentotieto.

**JÄÄTYMISSUOJA** 15.1 °C Jos verkoston kylmimmän piirin mittaus on alle määritetyn asetuksen pakotetaan venttiili auki. Pakotus poistuu, kun lämpötila on 3-astetta yli rajan.  
11.0 °C

**ASENTOSSÄÄTÖ** 50.0 °C Lämmitysverkoston menoveden asetusarvo määräytyy oheisen säätökäyrän mukaisesti.  
26.1 °C

**VIRTAUSSÄÄTÖ** 21.0 l/min Nimellisvirtaus  
30.0 l/min Maksimivirtauksen määrittäminen prosentteina (30-100% nimellisvirtauksesta). 6.3 l/min Määritetty l/min arvo  
0.5 l/min Absoluuttinen virtaus suhteellinen asetusarvo.  
0.5 l/min Absoluuttinen virtaus mittaus.

**TEHOSÄÄTÖ** 0.00 kW Lämmitysverkoston tehon asetusarvo määräytyy oheisen säätökäyrän mukaisesti.  
0.29 kW Hetkellinen teho  
80.0 kW Nimellisteho  
5.0 % Maksimitehon määrittäminen prosentteina (1-100% nimellistehosta). 4.0 kW Määritetty kW arvo

**TEHOA EI SAAVUTETA** Tehonsäädön tila

**DELTA-T** DeltaT säätö tarkoittaa virran rajoitusta, kun lämpötilaero paluu- ja menupuolen välillä on tarpeeksi pieni. Yksinkertainen säätö ei anna virtauksen kasvaa, kun lämpötilaero on alle asetuksen. Skaalautuva on säädettävissä pitämään virtaus ja lämpötilaero asetuksessa.

**EI KÄYTÖSSÄ** DeltaT ohjaus  
**EI KÄYTÖSSÄ** DeltaT energiansäästön tila

7.9 °C Meno- ja paluuveden lämpötilamittauksen erotus  
8.0 °C Raja-arvo, jolla virtauksen rajoitus aktivoituu  
0.7 l/min Arvo, johon virtaus rajoitetaan l/min.

**PÄÄKUVA**  
**TILA JA HÄLYTYKSET**

KUVA 26. Asetukset

Asetussivulta on asetettavissa lisäksi säätökäyrät, joiden mukaan säädetään joko tehoa tai lämpötilaa säätömuodon valinnan perusteella. Virtauksen säädölle ei ole tehty säätökäyrää. Virtaussäädöllä voi ohjata virtausta haluamukseen käsiohjaamalla ”Toimilaitteen asetusarvo” -kohtaa. Säätömuodoille on asetettavissa maksimiteho sekä -virtaus. Sivulta on myös asetettavissa deltaT-toiminnon asetukset.

Kuvassa 26 haluttua tehoa ei saavuteta, sillä energiaventtiililtä on suoraan paremetroitu minimivirtaukseksi 0,5 l/min, eikä sitä voi muuttaa kommunikoivalla väylällä, vaan se vaatii käyntiä laitteella.

## 5 YHTEENVETO

Työn tarkoitus oli perehtyä BACnet-kommunikointiprotokollaan ja liittää Belimon energiaventtiili EV015R + BAC Fidelixin jo kohteessa olemassaolevaan järjestelmään ohjaamaan autotallin lattialämmitystä. Koska kohteessa on vesikiertoinen lattialämmitys, haluttiin se saada automaation ohjaamaksi jäätymisvaaran vuoksi esimerkiksi autotallin oven unohtuessa auki talvella. Opinnäytetyö tulee toivottavasti toimimaan apuna muille, jotka liittävät BACnet-laitteita Fidelixin keskusyksiköihin.

Laitteiden välinen kommunikointi ja BACnet-objektien hakeminen oli tehty helpoksi. Kaikki tapahtui pääosin erilaisten valikkojen kautta. Verrattuna tavallisten fyysisten pisteiden tekoon käyttöliittymässä oli BACnet-pisteiden teko melkein yhtä nopeaa. Tarvittiin vain pari painallusta enemmän. Kaikki pisteet tehtiin pisteohjelmoinnissa eli ainoastaan yhdellä sivulla aktivoinnin jälkeen. Opinnäytetyön aikana olen oppinut paljon BACnet-protokollasta sekä Fidelixin järjestelmästä. Työn alussa en tiennyt BACnet-protokollasta mitään. Opinnäytetyön aikana olen oppinut myös yllättävän paljon alan ammattisanastoa.

Ainoana parannusehdotuksena Fidelixin järjestelmässä BACnet-protokollan käyttöön voisi olla, että objektien haun määrittäminen saataisiin FX-Editoriin. Ohjelmistossa pisteiden muokkaaminen on tehty nopeaksi. Käyttöliittymästä pisteiden muokkaaminen on hitaampaa ja voi viedä paljon työaikaa. Tämä tarkoittaa sitä, että objektin haku on määriteltävä suoraan keskusyksikön dataan käyttöliittymästä. Sen voi toteuttaa toisen keskusyksikön avulla, johon objektien haku määritetään pisteisiin ja sitten siirretään data säätimeltä kohteessa olevaan keskusyksikköön. Todennäköisesti ominaisuus saadaan FX-editoriin tulevaisuudessa. Tässä työssä tehtiin objektien haun määrittäminen pisteisiin etäyhteyttä käyttämällä.

Olisin halunnut käyttää säätöön Belimon energiaventtiilin deltaT-toimintoa, mutta sen toimimiseksi tarvitaan vähintään 30 %:n virtaus maksimivirtauksesta (17, s. 11). Kohteessa virtaus oli niin pieni, että vasta venttiilin ollessa täysin auki tähän päästiin. Tämän ansiosta en oikein päässyt perehtymään deltaT-toimintoon.

## LÄHTEET

1. BACnet International 2017. BACnet Standard. Saatavissa: <https://www.bacnetinternational.org/page/BACnetStandard>. Hakupäivä 28.1.2019.
2. Haakenstad, Larry K. – Tom, Steven T ASHRAE members. Using Native BACnet™ Systems In Open Protocol Installations. Saatavissa: <http://www.bacnet.org/Bibliography/ASH-3-98/ASH-3-98.htm>. Hakupäivä 23.4.2019
3. BACnet International 2017. Frequently Asked Questions (FAQs) Saatavissa: <https://www.bacnetinternational.org/page/faq>. Hakupäivä 28.1.2019.
4. BACnet International 2014. Introduction to BACnet. Saatavissa: [http://www.big-eu.org/fileadmin/downloads/Introduction\\_to\\_BACnet-V3-1.pdf](http://www.big-eu.org/fileadmin/downloads/Introduction_to_BACnet-V3-1.pdf). Hakupäivä 28.1.2019.
5. The BACnet Institute 2016. BACnet Basics Lesson 1: The Business Case for BACnet. Saatavilla: <https://bacnet.mycrowdwisdom.com/diweb/start>. Vaatii rekisteröitymisen. Hakupäivä 18.1.2019.
6. Phoenix Controls 2009. What is BACnet? Saatavissa: [https://www.phoenixcontrols.com/CatalogDocuments/Products/Network%20Integration/BACnet%20Primer%20\(MKT-0233\).pdf](https://www.phoenixcontrols.com/CatalogDocuments/Products/Network%20Integration/BACnet%20Primer%20(MKT-0233).pdf). Hakupäivä 10.4.2019.
7. Carrier Corporation 2013. BACnet Basics User's Guide. Saatavissa: <https://dms.hvacpartners.com/docs/1000/Public/04/11-808-417-01.pdf>. Hakupäivä 3.3.2019.
8. The BACnet Institute 2016. BACnet Basics Lesson 5: Ensure BACnet Conformance. Saatavilla: <https://bacnet.mycrowdwisdom.com/diweb/start>. Vaatii rekisteröitymisen. Hakupäivä 18.1.2019.
9. BACnet International 2017. Device Testing. Saatavissa: [https://www.bacnetlabs.org/page/device\\_testing](https://www.bacnetlabs.org/page/device_testing). Hakupäivä 10.3.2019.
10. BACnet International 2017. BTL Mark Benefits. Saatavissa: [https://www.bacnetlabs.org/page/mark\\_benefits](https://www.bacnetlabs.org/page/mark_benefits). Hakupäivä 10.3.2019.

11. The BACnet Institute 2016. BACnet Basics Lesson 4: BACnet Product Descriptors. Saatavilla: <https://bacnet.mycrowdwisdom.com/diweb/start>. Vaatii rekisteröitymisen. Hakupäivä 18.1.2019.
12. BACnet 2014. BIBB. Saatavissa: <http://www.bacnetwiki.com/wiki/index.php?title=BIBB>. Hakupäivä 28.4.2019.
13. BACnet International 2017. Test Capabilities. Saatavissa: [https://www.bacnetlabs.org/page/test\\_capabilities](https://www.bacnetlabs.org/page/test_capabilities). Hakupäivä 10.3.2019.
14. CHIPKIN 2004-2017. BACNET MSTP INSTALLATION, RS485 AND CABLES. Saatavissa: <https://store.chipkin.com/articles/bacnet-mstp-installation-rs485-and-cables>. Hakupäivä 20.4.2019
15. Belimo 2017. Tekninen tuote-esite EV..R+BAC. Saatavissa: [https://www.belimo.fi/pdf/fi/EV..R\\_BAC\\_datasheet\\_fi-fi.pdf](https://www.belimo.fi/pdf/fi/EV..R_BAC_datasheet_fi-fi.pdf). Hakupäivä 18.1.2019.
16. Belimo Automation AG 2013. Why choose the Belimo Energy Valve™? Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=4w81Clleqll>. Hakupäivä 3.3.2019.
17. Belimo 2019. Belimo Energy Valve™ web server manual. Saatavissa: [https://www.belimo.fi/pdf/e/P6\\_W\\_EV-BAC\\_Webserver\\_en.pdf](https://www.belimo.fi/pdf/e/P6_W_EV-BAC_Webserver_en.pdf). Hakupäivä 18.1.2019.
18. BACnet IP. Saatavissa: <http://www.bacnet.org/Tutorial/BACnetIP/sld015.html>. Hakupäivä 13.5.2019.
19. CHIPKIN 2004-2017. BACnet - What is BACnet BBMD? Saatavissa: <https://store.chipkin.com/articles/bacnet-what-is-bacnet-bbmd/>. Hakupäivä 13.5.2019.
20. Fidelix. FX-Spider-40. Saatavissa: [https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/SPIDER\\_FI.pdf](https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/SPIDER_FI.pdf). Hakupäivä 26.3.2019.
21. Fidelix Ohjelmointi manuaali versio 12.20.15 2019. Saatavissa: Fidelix Oy:n tuesta.
22. Fidelix Oy 2016. BACnet Protocol Implementation Conformance Statement. Saatavissa:

[https://www.bacnetinternational.net/catalog/manu/fidelix/48751328\\_Pics\\_Fidelix.pdf](https://www.bacnetinternational.net/catalog/manu/fidelix/48751328_Pics_Fidelix.pdf). Hakupäivä 14.5.2019.

23. BACnet Testing Laboratories 2017. Product Listing. Saatavissa: [https://www.bacnetinternational.net/btl/listings/belimo/BTL\\_Listing\\_30159\\_BELIMOAuto\\_EnergyValv.pdf](https://www.bacnetinternational.net/btl/listings/belimo/BTL_Listing_30159_BELIMOAuto_EnergyValv.pdf). Hakupäivä 15.5.2019

24. Bacnet Testing Laboratories 2017. Product Listing. Saatavissa: [https://www.bacnetinternational.net/btl/listings/fidelix/BTL\\_Listing\\_30113\\_FidelixOy\\_FidelixPLC.pdf](https://www.bacnetinternational.net/btl/listings/fidelix/BTL_Listing_30113_FidelixOy_FidelixPLC.pdf). Hakupäivä 15.5.2019

## **LIITTEET**

Liite 1 Käyttöönottoraportti energiaventtiin web-palvelimelta

Liite 2 Ohjelma. Jäätymissuoja, hälytykset sekä säätötavan valinta

Liite 3 Kommunikaatiovikahälytysohjelma

Liite 4 Energy Valve (Europe/Asia) BTL Listing (23.)

Liite 5 Fidelix PLC Building Controller BTL Listing (24.)

**Commissioning / status report Belimo Energy Valve**



Protocol creation date/time 19.03.2019 / 18:23  
 Project Name Oppari  
 Address Liitintie 13, 90520 Oulu  
 Installation Location Pöydällä

**Application Settings**

Valve Size DN 15  
 Installation Position Supply pipe  
 Media Water  
 Glycol Concentration 0.00 %  
 Cable length temp. sensor 3m  
 Maximum Flow 6.300 l/min  
 Maximum Power 4.0 kW  
 Control Mode Power control  
 Setpoint Source BUS  
 Control Signal Range 2 - 10 V  
 Invert Control Signal No  
 Control Signal Characteristic equal percentage  
 Feedback Information Valve position  
 Feedback Signal Range 2 - 10 V

**IP Settings**

MAC Address 50:2D:F4:0F:88:9C  
 Host Address 10.100.1.205  
 DHCP / Static Static  
 Network Mask 255.255.255.0  
 Gateway 10.100.1.1  
 Broadcast Address 10.100.1.255

**Communication Settings**

Protocol BACnet IP

**BACnet IP Settings**

Port 47808  
 Device Setting Simple device

**Device Object Settings**

Instance ID 4096  
 Device Name Oppari  
 System Status 0  
 Protocol Version 1  
 Protocol Revision 12

**Units**

Temperature C  
 Flow l/min  
 Power kW  
 Energy kWh

**Live Values**

Override Mode Auto  
 Valve position 87.97 %  
 Flow 1.611 l/min  
 T1 20.2 C  
 T2 28.7 C  
 Heating Energy total 0.4 kWh  
 Cooling Energy total 201.7 kWh  
 Cumulated Flow total 15.960 m3

**Delta T-Manager**

Delta T-Manager -

**Health State**

Health State OK

**Version Information**

Hardware 21838-20062-022-132  
 BSP Version 9.4.0G20  
 Application Model ev-app-3-35-363  
 CSP Version 2.15.9

## OHJELMA. JÄÄTYMISSUOJA, HÄLYTYKSET SEKÄ SÄÄTÖTAVAN VALINTA LIITE 2/1

PROGRAM Energiaventtiili

VAR\_EXTERNAL

END\_VAR

VAR\_GLOBAL

END\_VAR

VAR

Tila1,Tila2,Tila3,Tila4,Tila5:int;

Haly1,Haly2,Haly3,Haly4,Haly5:int;

Saato,Saato2,Saato3:int;

Lampotilasaato:int;

Virtausaato:int;

Tehosaato:int;

Pakotus:int;

Jaatymisvaarahalytys:int;

Tulos:int;

Mittaus,Jaatymisvaara,Lampotilasaatoporras,Tehosaatoporras:real;

END\_VAR

(\* BACnet ENERGIARENTTIILIN IEC-KOODI V1.0 \*)

(\* Muutetaan ensin luettavissa olevat tilat hälytyksiksi \*)

(\* Luetaan Tilatiedot \*)

Tila1 := GetDigitalPointF( Name := 'BAC\_LL01\_YLEISTILA\_FI' );

Tila2 := GetDigitalPointF( Name := 'BAC\_LL01\_TOIMILAITTEENTILA\_FI' );

Tila3 := GetDigitalPointF( Name := 'BAC\_LL01\_NESTEENTILA\_FI' );

Tila4 := GetDigitalPointF( Name := 'BAC\_LL01\_ANTURIENTILA\_FI' );

Tila5 := GetDigitalPointF( Name := 'BAC\_LL01\_VIRTAUKSENTILA\_FI' );

(\* Tarkastellaan onko tilatiedoissa hälyttävää tietoa. Tilan arvo 1 OK sitä suuremmat häiriöitä. \*)

if Tila1 > 1 then

    Haly1 := 1;

    else Haly1 :=0;

end\_if;

## OHJELMA. JÄÄTYMISSUOJA, HÄLYTYKSET SEKÄ SÄÄTÖTAVAN VALINTA LIITE 2/2

if Tila2 > 1 then

Haly2 := 1;

else Haly2 :=0;

end\_if;

if Tila3 > 1 then

Haly3 := 1;

else Haly3 :=0;

end\_if;

if Tila4 > 1 then

Haly4 := 1;

else Haly4 :=0;

end\_if;

if Tila5 > 1 then

Haly5 := 1;

else Haly5 :=0;

end\_if;

(\* Kirjoitetaan hälytykset \*)

Tulos := SetDigitalPointF( Value:=Haly1, LockState:=1, Name:='BAC\_LL01\_YLEISHALY\_FH' );

Tulos := SetDigitalPointF( Value:=Haly2, LockState:=1, Name:='BAC\_LL01\_TOIMILAITE\_FH' );

Tulos := SetDigitalPointF( Value:=Haly3, LockState:=1, Name:='BAC\_LL01\_NESTE\_FH' );

Tulos := SetDigitalPointF( Value:=Haly4, LockState:=1, Name:='BAC\_LL01\_ANTURIVIKA\_FH' );

Tulos := SetDigitalPointF( Value:=Haly5, LockState:=1, Name:='BAC\_LL01\_VIRTAUS\_FH' );

(\* varmistetaan ettei monta säätöä kirjoita yhtä aikaa samaan pisteeseen \*)

(\* \*)

Saato := GetDigitalPointF( Name := 'BAC\_LL01\_SAAOTILA\_FO' );

Lampotilasaatoporras := GetControlParameterf(257,'BAC\_LL01\_TE40\_C');

Tehosaatoporras := GetControlParameterf(257,'BAC\_LL01\_P\_KW\_C');

## OHJELMA. JÄÄTYMISSUOJA, HÄLYTYKSET SEKÄ SÄÄTÖTAVAN VALINTA LIITE 2/3

```
if Saato = 1 then

    Lampotilasaato :=1;

    else Lampotilasaato :=0;

end_if;

if Saato = 2 then

    Virtausaato :=1;

    else Virtausaato :=0;

end_if;

if Saato = 3 then

    Tehosaato :=1;

    else Tehosaato :=0;

end_if;

if Lampotilasaato = 1 then

    Tulos := SetAnalogPointF (Value:=Lampotilasaatoporras, Lock-
state:=1,Name:='BAC_LL01_TV40_FA');

end_if;

if Tehosaato = 1 then

    Tulos := SetAnalogPointF (Value:=Tehosaatoporras, Lock-
state:=1,Name:='BAC_LL01_TV40_FA');

end_if;

Tulos := SetDigitalPointF( Value:=Lampotilasaato, LockState:=1, Name:='BAC_LL01_LAMPOTI-
LASAATO_FI' );

Tulos := SetDigitalPointF( Value:=Virtausaato, LockState:=1, Name:='BAC_LL01_VIR-
TAUSSAATO_FI' );

Tulos := SetDigitalPointF( Value:=Tehosaato, LockState:=1, Name:='BAC_LL01_TEHOSAATO_FI' );

(* Tehdään ohjelmallinen jäätymissuoja, joka pakottaa toimilaitteen 100% auki kahdeksi tunniksi.
Lattialämmityspiirin ovea lähimpään (kylmimpään) kohtaan sijoitetun mittauksen perusteella *)

Mittaus := GetAnalogPointF ( Name := 'BAC_LL01_TE49_M' );

Jaatymisvaara:= GetLimitF ( 1, 'BAC_LL01_TE49_M' );

if Mittaus < Jaatymisvaara then

    Pakotus := 3;
```

OHJELMA. JÄÄTYMISSUOJA, HÄLYTYKSET SEKÄ SÄÄTÖTAVAN VALINTA LIITE 2/4

```
        Jaatymisvaarahalytys:=1;

end_if;

if Mittaus > Jaatymisvaara + 3.0 then

        Pakotus :=1;

        Jaatymisvaarahalytys :=0;

end_if;

Tulos := SetDigitalPointF( Value:=Pakotus, LockState:=1, Name:='BAC_LL01_PAKOTUS_FO' );

Tulos := SetDigitalPointF( Value:=Jaatymisvaarahalytys, LockState:=1, Name:='BAC_LL01_JAATY-
        MISVAARA_FH' );

END_PROGRAM
```

PROGRAM Kommunikaatiovikahalytys

VAR\_EXTERNAL

END\_VAR

VAR\_GLOBAL

END\_VAR

VAR

Error:int;

Tulos:int;

END\_VAR

(\* BACnet ENERGIAVENTTIILIN IEC-KOODI V1.0 \*)

(\* Haetaan kommunikaatiovikahälytys jostain kriittisestä pisteestä \*)

Error:=GetPointErrorF(Name:='BAC\_LL01\_FE40\_FM');

if Error = -9992 then

    Tulos:=SetDigitalPointF(Value:=1,Lockstate:=1,Name:='BACNET\_ALARM\_FH');

else

    Tulos:=SetDigitalPointF(Value:=0,Lockstate:=1,Name:='BACNET\_ALARM\_FH');

end\_if;

END\_PROGRAM



BACnet is a registered trademark of ASHRAE. ASHRAE does not endorse, approve or test products for compliance with ASHRAE standards. Compliance of listed products to the requirements of ASHRAE Standard 135 is the responsibility of BACnet International (BI). BTL is a registered trademark of BI.

## BACnet Testing Laboratories Product Listing

*This product has been tested at a qualified BACnet Testing Laboratory and found to comply with all the necessary interoperability requirements in place on the published test date. This listing represents the tested capability of the Listed Products. For information on additional functionality that was not covered in the test process, refer to the manufacturer's PICS statement on the BI website.*

### Listing Information (BTL-30159)

Vendor BELIMO Automation AG Brunnenbacherstr. 1 8340 Hinwil Switzerland		Listing Status
		Listed Product
Test Requirements	BACnet Protocol Revision	Date Tested
Requirements as of November 2014	Revision 12 (135-2010)	April 2017

Product Name	Model Numbers	Software Version
Energy Valve (Europe/Asia)	EV0x <sup>1</sup> R+BAC where x <sup>1</sup> is 15, 20, 25, 32, 40, 50  EV050R+BAC-N  Px <sup>2</sup> Wx <sup>3</sup> EV-BAC  where x <sup>2</sup> is 6085, 6080, 6100, 6125, 6150, 6085, 6080, 6100, 6125  where x <sup>3</sup> is 800, 1100, 2000, 3100, 4500, 808, 1108, 2008, 3108  x <sup>4</sup> R24AX-EV+EV0x <sup>2</sup> R where x <sup>4</sup> is L, N, or S where x <sup>2</sup> is 15, 20, 25, 32, 40, 50  SR24AX-V+EV050R-N  x <sup>6</sup> R24AX-EV+P6x <sup>7</sup> W x <sup>8</sup> 00EV  where x <sup>6</sup> is S or G  where x <sup>7</sup> is 085, 080, 100, 125, 150  where x <sup>8</sup> is 8, 11, 20, 31, 45	3.01-0000

Energy Valve (Europe/Asia)	<p><math>x^2</math>R24AX-EV+EVO<math>x^{10}</math> RV where <math>x^1</math> is L, N or S where <math>x^2</math> is 15, 20, 25, 32, 40, 50</p> <p><math>x^{11}</math>R24AX-EV+P6<math>x^{12}</math>WV<math>x^{13}</math>00EV where <math>x^{11}</math> is S or G where <math>x^{12}</math> is 085, 080, 100, 125, 150 where <math>x^{13}</math> is 8, 11, 20, 31, 45</p> <p>SRK24AX-EV+EVO <math>x^{14}</math>R where <math>x^{14}</math> is 15, 20, 25, 32, 40, 50</p> <p>SRK24AX-EV+EV 050R-N</p>	3.01-0000
----------------------------	---	-----------

**Device Profiles**

Profile	Model Numbers
BACnet Application Specific Controller (B-ASC)	All models

**BIBBs Supported**

Data Sharing	ReadProperty-B	DS-RP-B
	ReadPropertyMultiple-B	DS-RPM-B
	WriteProperty-B	DS-WP-B
	COV-B	DS-COV-B

Device Management	Dynamic Device Binding-B	DM-DDB-B
	Dynamic Object Binding-B	DM-DOB-B
	DeviceCommunicationControl-B	DM-DCC-B

**Object Type Support**

Analog Input	Analog Output	Analog Value
Binary Input	Binary Value	Device
Multi-State Input	Multi-State Output	Multi-State Value

**Data Link Layer Options**

Media	Options
BACnet/IP (Annex J)	Register as Foreign Device
MS/TP Master	9600, 19200, 38400, 76800, 115200

**Character Set Support**

UTF-8
-------



BACnet is a registered trademark of ASHRAE. ASHRAE does not endorse, approve or test products for compliance with ASHRAE standards. Compliance of listed products to the requirements of ASHRAE Standard 135 is the responsibility of BACnet International (BI). BTL is a registered trademark of BI.

## BACnet Testing Laboratories Product Listing

*This product has been tested at a qualified BACnet Testing Laboratory and found to comply with all the necessary interoperability requirements in place on the published test date. This listing represents the tested capability of the Listed Products. For information on additional functionality that was not covered in the test process, refer to the manufacturer's PICS statement on the BI website.*

### Listing Information (BTL-30113)

Vendor		Listing Status
Fidelix Oy Martinkyläntie 41 01720 Vaanta Finland		Listed Product
Test Requirements	BACnet Protocol Revision	Date Tested
Requirements as of October 2016	Revision 14 (135-2012)	March, 2017

Product Name	Model Numbers	Software Version
Fidelix PLC Building Controller	FX-2030A, FX-2030A-BASIC, FX-3000-C, FX-SPIDER	12.12

### Device Profiles

Profile	Model Numbers
BACnet Building Controller (B-BC)	All models

### BIBBs Supported

Data Sharing	ReadProperty-A	DS-RP-A
	ReadProperty-B	DS-RP-B
	ReadPropertyMultiple-A	DS-RPM-A
	ReadPropertyMultiple-B	DS-RPM-B
	WriteProperty-A	DS-WP-A
	WriteProperty-B	DS-WP-B
Alarm and Event Notification	WritePropertyMultiple-B	DS-WPM-B
	Notification Internal-B	AE-N-I-B
	ACK-B	AE-ACK-B
	Enrollment Summary-B	AE-ESUM-B
	Information-B	AE-INFO-B

Scheduling	Internal-B	SCHED-I-B
	External-B	SCHED-E-B
Trending	Viewing and Modifying Trends Internal-B	T-VMT-I-B
	Automated Trend Retrieval-B	T-ATR-B
Device Management	Dynamic Device Binding-A	DM-DDB-A
	Dynamic Device Binding-B	DM-DDB-B
	Dynamic Object Binding-B	DM-DOB-B
	DeviceCommunicationControl-B	DM-DCC-B
	TimeSynchronization-B	DM-TS-B
	UTCTimeSynchronization-B	DM-UTC-B
	ReinitializeDevice-B	DM-RD-B
Backup and Restore-B	DM-BR-B	

**Object Type Support**

Analog Input	Analog Output	Analog Value
Calendar	Device	File
Multi-State Input	Multi-State Output	Multi-State Value
Notification Class	Schedule	Trend Log

**Data Link Layer Options**

Media	Options
MS/TP Master	9600, 19200, 38400, 57600, 115200
BACnet/IP (Annex J)	BBMD, Register as Foreign Device

**Networking Options**

Networking Functionality	Media
BBMD	BACnet/IP (Annex J)

**Character Set Support**

ISO 10646 (UTF-8)
-------------------