

Nikolas Airaksinen

Rakennusautomaation etävalvonnan IoT-ratkaisut ja käyttöönotto

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari, LVI (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

17.4.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Nikolas Airaksinen Rakennusautomaation etävalvonnan IoT-ratkaisut ja käyttöönotto 39 sivua 17.4.2018
Tutkinto	rakennusmestari, LVI (AMK)
Tutkinto-ohjelma	rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine	LVI-tekniikka
Ohjaajat	lehtori Jarmo Tapio yksikönpäällikkö Harri Launo
<p>Tämän työn aiheena oli löytää toimivia IoT-ratkaisuja nykyisiltä ohjelmistotoimittajilta rakennusautomaation etävalvonnan työprosessin tehostamiseksi. Etävalvonta on kiinteistöhuollon ja -ylläpidon asiantuntijoiden tuottama lisäpalvelu, jonka tarkoituksena on tukea päivittäistä kiinteistöhuoltoa taloteknisten järjestelmien toiminnan seurannassa, vähentää rakennusautomaatiojärjestelmästä johtuvia hälytyksiä sekä edistää huoltokohteiden olosuhteita ja energiatehokkuutta.</p> <p>Kiinteistö- ja talotekniikka-alan nykytrendit sekä kasvava kiinteistömassa etävalvonnassa ovat luoneet tarpeen hakea ratkaisuja siihen, miten rakennusautomaation etävalvontaa voitaisiin tehostaa älykkäillä IoT-ratkaisuilla, kuten automaattisella raportoinnilla. Työn pohjalta voidaan lähteä pilotoimaan eri ohjelmistoja sopivan ohjelmistotarjoajan löytämiseksi.</p> <p>Tavoitteena työlle oli selvittää, miten eri ohjelmistotoimittajien IoT-ratkaisut soveltuvat rakennusautomaation etävalvonnan avuksi tai mitä lisäominaisuuksia ohjelmistot mahdollisesti tarvitsevat toimiakseen etävalvonnan työkaluina.</p> <p>Työssä tutkittiin ohjelmistotoimittajia ja yleisimpiä rakennusautomaatiojärjestelmiä tällä hetkellä käytössä olevien ohjelmistojen, automaatiojärjestelmien ja verkkoaineistojen sekä aikaisempien käyttökokemusten perusteella.</p> <p>Tutkimus osoitti useiden ohjelmistojen olevan vain tiettyjen rakennusautomaatiojärjestelmien omia lisäosia, jotka eivät välttämättä ole liitettävissä toisiin järjestelmiin kustannustehokkaasti. Ohjelmistoja on testattava pilottikohteissa sopivan löytämiseksi, mutta yhtenä päätekijänä tulee teknisen toimivuuden lisäksi olemaan mahdollisuus räätälöidä käyttöliittymä yrityksen näköiseksi. Useiden eri ohjelmistotoimittajien käyttö pitkässä juoksussa ei ole kovin järkevää kustannusten ja hallittavuuden kannalta.</p>	
Avainsanat	rakennusautomaatio, etävalvonta, laitteiden internet

Author Title Number of Pages Date	Nikolas Airaksinen IoT Solutions for and Commissioning of Remote Monitoring of a Building Automation System 39 pages 17 April 2018
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Professional Major	HVAC Engineering
Instructors	Harri Launo, Head of Unit Jarmo Tapio, Senior Lecturer
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to go through the solutions of the current application providers to a company to find the suitable one to optimize the remote monitoring of a building automation system. The main goal of the project was to find an IoT application which could be connected securely with the most common building automation systems. The study explored current application providers and building automation systems, using internet resources and providers' product sheets together with experience from various systems and software.</p> <p>The final year project proved that there are some providers with potential applications to be used in remote monitoring. However, most of the current options are only compatible with certain building automation systems and very difficult to use with another provider's system. Furthermore, some of the options only provide licenses for a specific number of metering points, which would limit the usability of the software.</p> <p>In conclusion, the applications of some potential providers could be tested in a pilot project with this thesis as a basis. Piloting one or several options will indicate which is the most suitable for remote monitoring.</p>	
Keywords	building automation, remote monitoring, internet of things

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	4
2	Käsite IoT	5
3	Digitalisaatio kiinteistöalalla	6
4	Miksi IoT osaksi kiinteistön älykästä ylläpitoa?	7
4.1	Käyttäjälähtöinen ylläpito	7
4.2	Tarpeenmukaiset huollot	8
5	Yleisimmät rakennusautomaatiojärjestelmät	8
5.1	Fidelix	9
5.2	Schneider Electric	12
5.3	Atmostech	13
5.4	Siemens	14
5.5	Centraline by Honeywell, Arena NX	15
5.6	Trend	16
6	Ohjelmistotoimittajat	17
6.1	Nuuka	17
6.2	Iconics Facility AnalytiX	19
6.3	Schneider Building Analytics	20
6.4	Centraline Energy Vision NX	22
6.5	Siemens Navigator	24
6.6	Granlund Metrix	25
6.7	Fidelix Smart IoT	30
7	Tiedonkeruun välineistö (gateway-laitteet)	31
8	Tietoturva	31
8.1	Tosibox	32
8.2	Alerta	33

	2
8.3 ipHSJ	33
9 Tulokset	34
10 Yhteenveto	35
Lähteet	37

Lyhenteet

API	Application programming interface. Ohjelmointirajapinta, määritelmänä ohjelmistojen keskenään keskustelulle eli sille, kuinka eri ohjelmat voivat tehdä pyyntöjä ja vastaanottaa esimerkiksi tietokantoja ja muuta dataa. Apps on lyhenne sanasta applications, sovelluksista, joita voidaan käyttää ja ohjelmoida.
BACnet	Building Automation and Control networks. Talotekniikan tarpeisiin kehitetty tietoliikenneprotokolla.
CPU	Valvonta-alakeskuksen keskusyksikkö.
FTP	File Transfer Protocol. Kahden tietokoneen välistä tiedonsiirtomenetelmää, joka toimii asiakas-palvelin periaatteella.
GRESB	Global Real Estate Sustainability Benchmark. Kansainvälinen ympäristöjohtamisen raportointistandardi, joka mittaa kiinteistöalan vastuullisuutta.
GRI	Global Reporting Initiative. Kansainvälinen raportointistandardi yhteiskuntavastuun raportointia varten.
I/O	Input/Output. Tiedonsiirto laitteiden esimerkiksi tietokonelaitteiston komponenttien välillä.
IoT	Internet of Things, esineiden internet. Internet-verkon yli tapahtuvaa datan keräämistä ja analysointia, jolla ohjataan ja opetetaan laitteita käyttäytymään itsenäisesti.
KPI	Key Performance Indicator. Yrityksen määrittämä tunnusluku, joka kertoo yrityksen toiminnasta ja kannattavuudesta.
OPC	Open connectivity via open standards. Avoimen tiedonsiirron standardi, käytössä teollisuuden- sekä kiinteistöautomaation sovelluksissa, lähinnä PC-valvomoiden ja ohjelmoitavien logiikoiden välillä.

TCP/IP	Usean internet-liikennöinnissä käytettävän tietoverkkoprotokollan yhdistelmä.
VPN	Virtual Private Network, virtuaalinen erillisverkko. Tapa, jolla yksi tai useampia verkkoja voidaan yhdistää julkisen verkon yli näennäisesti yksityisverkkona.

1 Johdanto

Rakennusautomaation etävalvonnassa seurataan kiinteistöjen taloteknisten järjestelmien, kuten ilmanvaihdon, lämmitysjärjestelmien ja valaistusohjauksien toimintaa etänä tietoturvallisin menetelmin esimerkiksi salatun VPN-yhteyden avulla.

Työn tilaaja Are Oy on suomalainen talotekniikkayritys, joka tarjoaa talotekniikkapalveluita aina urakoinnista kiinteistöjen ylläpitoon ja huoltoon sekä korjausrakentamiseen. Arella on ylläpidon ja huollon puolella asiantuntijapalvelut sekä siihen kuuluva etävalvonta, joka on kiinteistöhuollon lisäpalvelu. [1] Etävalvonnan tarkoituksena on auttaa päivittäistä kiinteistöhuoltoa taloteknisten järjestelmien seurannassa, edistää huoltokohteiden energiatehokkuutta ja sisäolosuhteita sekä vähentää päivystyskäynteihin johtavia hälytyksiä kiinteistöjen automaatiojärjestelmissä.

Käytännön tasolla kohteen etävalvonta aloitetaan tarkistamalla kohteen energiankulutukset, josta nähdään nopeasti kiinteistön tilanne, onko jotain erityistä, johon pitää panostaa etävalvonnassa. Tämän jälkeen ollaan puhelimitse yhteydessä kohteen kiinteistön-hoitajaan ja käydään lävitse, onko kohteessa tapahtunut viime aikoina mitään poikkeavaa, josta etävalvonnan pitäisi tietää tai onko kiinteistössä käynnissä esimerkiksi huoltoja, jotka vaikuttavat suoritettavaan etävalvontaan, ennen kuin luodaan etäyhteys kohteen rakennusautomaatiojärjestelmään. Etäyhteyden ottamisen jälkeen tarkastetaan ja selvitetään mahdolliset aktiiviset hälytykset ja käydään läpi automaatioon liitettyjen laitteiden toiminta grafiikkakuvia sekä trendikäyriä tarkastelemalla. Tarkastelun yhteydessä täytetään etävalvontaraporttia, johon on koottu tärkeimmät kohdat kohteen automaatiojärjestelmästä. Raportti toimitetaan etävalvonnan jälkeen sovituille osapuolille, tehdyt havainnot ja huomautukset viat laitteissa hoidetaan eteenpäin niille sovituilla tavoilla. Yhtenä tapana on esimerkiksi syöttää havaintoja kohteen huoltokirjaan ja osoittaa ne niille kuuluville henkilöille, jolloin niiden loppuun viemistä voidaan seurata.

Työn tarkoituksena oli tutkia mahdollisuuksia tehostaa etävalvonnan työprosessia eli miten perinteisestä etävalvonnasta voitaisiin siirtyä automaattisempaan etävalvontaan hyödyntämällä digitalisaatiota ja laitteiden internetiä eli IoT:tä. IoT-ratkaisujen avulla etävalvonnassa voitaisiin helpommin hallita suuria kiinteistömassoja, tehostaa ajankäyttöä järjestelmän tarkastelussa ja keskittyä itse ongelmatilanteisiin sekä tuottaa tilaajalle yksinkertaisemmin esityksiä esimerkiksi vikojen aiheuttamista kustannuksista, mikäli niitä ei korjata. Etävalvonnan IoT-ratkaisu tarkoittaa käytännössä ohjelmistoa, joka osaa analysoida rakennusautomaatiojärjestelmän mittauspisteistä saatavaa dataa ja muodostaa selkeitä raportteja. Kehittyneemmässä järjestelmässä ohjelmisto korjaa itse havaitsemansa viat ja ennalta ehkäisee mahdollisia vikaantumisia opettelemalla kiinteistön toimintaa mittauspisteistä saatavan datan perusteella.

Tällä hetkellä kiinteistöautomaation etävalvonta on hyvin manuaalista työtä. IoT järjestelmiä, jotka keräävät dataa ja syöttävät sitä raportoitavaan muotoon on vielä toistaiseksi alalla suhteellisen vähän käytössä. Näitä tiedossa olevia järjestelmiä käsitellään tässä opinnäytetyössä ja haetaan ratkaisuja sille, miten etävalvontaa voitaisiin tehostaa vähentämällä manuaalista järjestelmien läpikäyntiä. Työssä käsitellään lisäksi, miksi esineiden internet on tulevaisuudessa tärkeää kiinteistöalalle, mitä digitalisaatio tarkoittaa, yleisimmät rakennusautomaatiojärjestelmät, ohjelmistotoimittajia sekä muutama käytössä oleva tietoturvaratkaisu.

2 Käsite IoT

Internet of Things tarkoittaa käytännössä fyysisten laitteiden, esineiden, palvelujen ja järjestelmien liittämistä yhteen internetin avulla. [2] Yksinkertaisena esimerkkinä voidaan käyttää, vaikka puhelinta, jonka soidessa herätyksen merkiksi käynnistää aamulla kahvinkeitin, tai jääkaappia, joka ilmoittaa, kun jokin tuote on vähissä ja sitä pitäisi ostaa kaupasta lisää tai jääkaappia, joka tekee esimerkiksi ostoslistan valmiiksi. Käytännössä nämä fyysiset laitteet voivat olla antureita, kodinkoneita, teollisuuden koneita, tietokoneita tai älypuhelimia, mitä tahansa laitteita jotka osaavat kerätä, käsitellä ja lähettää dataa verkon kautta analysoitavaksi. Näiden laitteiden määrä uskotaan kasvavan 50-kertaiseksi vuoteen 2020 mennessä, tarkoittaisi määränä noin 50:tä miljardia IoT-laitetta.

Älykkäistä laitteista lähetetään dataa usein IoT-järjestelmissä pilvipalveluihin, jotka sisältävät verkot, tallennusjärjestelmät ja sovellukset. Tämä tarkoittaa sitä, ettei yritysten tarvitse investoida valtavia summia omiin järjestelmiin etukäteen. Yleisimpiä pilvipalvelualustoja ovat Microsoft Azure ja Amazon Web Services. Suurien etukäteisinvestointien puuttuminen tarkoittaa sitä, että näistä palveluista maksetaan vain sen mukaan, miten niitä käytetään.

Kaikkein tärkein tarkoitus IoT:llä on tuoda liiketoiminnalle lisäarvoa ja tarjota asiakkaalle jotain uutta. Tekniikka on jo olemassa mutta keskeisimmässä asemassa ovat edelleen ihmiset. Datalla, jota IoT-laitteilla kerätään, ei tehdä mitään, ellei sitä osata käyttää ja analysoida oikein ja siihen tarvitaan ihmisiä. Kerätyllä datalla ei itsessään ole arvoa mutta sen avulla voidaan luoda uusia liiketoimintamalleja, helpottaa päätöksentekoa ja automatisoida nykyisiä tehtäviä sekä yksinkertaistaa nykyisiä toimintamalleja. [3]

Tieto Oyj:n Head of Innovation Incubation, Data-driven businesses, Taneli Tikka määrittelee IoT:n kolmeen eri vaiheeseen, joista ensimmäisenä on havainnointi. Antureiden avulla voidaan havainnoida eli kerätä dataa esimerkiksi kiinteistöautomaatiojärjestelmään liitettyjen laitteiden toiminnasta tai kiinteistön olosuhteista. Toisena vaiheena on mietintä eli käytännössä kerätyn datan analysointi. Miten voimme ennakoida esimerkiksi kiinteistöautomaatiojärjestelmään liitettyjen laitteiden huoltotarpeita, miten ennaltaehkäisemme vikaantumisia ja parannamme vaikka kiinteistön olosuhteita? Kolmantena vaiheena on toimiminen. Näitä näkökulmia ja kerättyä dataa täytyy viedä käytäntöön prosessien ja tekemisen osaksi. [4]

3 Digitalisaatio kiinteistöalalla

Kiinteistöalalla ollaan vielä jäljessä muita teknologia-aloja mutta etenkin ylläpidossa ja huollossa on valtava potentiaali, mikäli eri järjestelmiä osataan hyödyntää tulevaisuudessa kustannustehokkaasti. Tällä hetkellä on jo olemassa tarvittavat työkalut digitalisaation edistämiseksi, kunhan ne osataan yhdistää hyödyntämään toisiaan ennen kuin kiinteistöalan digivelka karkaa käsistä.

Are Oy:n lanseeraama käsite digitalisaatio tarkoittaa taloteknisen alan digitalisoitumista eli sitä, miten tulevaisuudessa luodaan uusia liiketoimintamalleja, muutetaan nykyisiä sekä luodaan uusia arvonlisäys ja ansaintamahdollisuuksia hyödyntämällä digitaalisia

teknologioita. Tämän vuosituhanen alkupuolelta lähtien teknologia ja -innovaatiot ovat olleet keskiössä kehittämisen kohteena, ja se on tuonut yrityksille kilpailuedun. Tulevaisuudessa, todennäköisesti jo muutaman vuoden kuluttua keskiössä ovat asiakkuudet ja palvelut sekä uudet liiketoimintamallit, jotka digitalosaatio mahdollistaa. [5]

Tulevaisuudessa ei enää tarvita suuria järjestelmäinvestointeja, vaan esimerkiksi dataa voidaan viedä jo nyt pilvipalveluihin, joista maksetaan vain käytön mukaan. Taloteknisen alan digimurroksen mahdollistamia tuotteita ovat tulevaisuudessa esimerkiksi tiivisteiden 3D-tulostaminen asennuspaikalla, kiinteistönhoidossa käytettävät älylasit tai -kypärät sekä etävalvonnan IoT-ratkaisut. [5]

4 Miksi IoT osaksi kiinteistön älykästä ylläpitoa?

Laitteiden internet on tulossa välttämättömäksi osaksi kiinteistöjen ylläpitoa, koska alan selvä muutos on aivan oven takana. Jo vuosia on menty kustannusten ohjaamana mutta selkeä muutoksen kohde on nyt, että kiinteistöalalla halutaan kustannustehokkuuttakin tärkeämmäksi osaksi itse kiinteistön käyttäjä. Tällä hetkellä kiinteistöjen automaatiojärjestelmiä ohjataan ennalta määritetyillä asetusarvoilla ja aikaohjelmilla, jolloin järjestelmä on kykeneväinen muuttumaan ainoastaan ennalta määriteltujen asetusarvojen puitteissa.

Laitteiden internetin avulla saatavalla datalla voidaan luoda dashboardeja ja kehittää raportointia aivan uudelle tasolle ohjaamaan kiinteistön ylläpito- ja huoltotoimintaa sekä investointeja. Sen lisäksi, että IoT:sta saatava hyöty näkyy huoltoyhtiöllä, saa asiakas siitä huomattavaa lisäarvoa toiminnalleen.

4.1 Käyttäjälähtöinen ylläpito

Tulevaisuudessa käyttäjälähtöisessä älykkäässä ylläpidossa täytyy rakennusautomaation tarjoamia tietoja ja dataa kerätä pilvipalveluihin ja rikastaa dataa sääennusteilla, energiayhtiöiden tarjoamilla kiinteistön kulutustiedoilla, kulunvalvonnalla ja vertailulla muihin vastaaviin kiinteistöihin. Sääennusteiden avulla kiinteistöautomaatiojärjestelmä voi ennakoita lämmitys- ja jäähdytystarvetta nostamalla esimerkiksi lämmityskäyrää en-

nen reilun pakkasjakson alkua. Tällä voidaan leikata tarvittavaa kaukolämmön huipputehoa, josta esimerkiksi jotkin energiayhtiöt perustavat laskutuksensa aina seuraaville vuosille. Parhaimmassa tapauksessa kiinteistön kaukolämmön sopimustehoa voidaan laskea säilyttämällä olosuhteet ja lämmityksen toiminta entisellä tasollaan. Kulunvalvonnasta saatavalla datalla kiinteistöautomaatiota voidaan ohjata tunnistamaan käyttäjäkohtaisia tarpeita esimerkiksi lämmityksen osalta sekä optimoida ilmanvaihtoa toimimaan tarpeenmukaiseksi eikä manuaalisesti muutettavilla aikaohjelmilla. Käyttäjälähtöisessä ajattelussa ei riitä, että valot syttyvät käyttäjän tullessaan paikalleen, vaan myös olosuhteiden on oltava kunnossa jo valmiiksi. [5]

4.2 Tarpeenmukaiset huollot

Kiinteistöautomaatiosta saatavalla datalla voidaan tulevaisuudessa siirtyä aikataulutetuista huoltotoimenpiteistä ennakoivaan ja tarpeenmukaisiin huoltoihin IoT:n avulla. Nykyään huollot ovat aikataulutettu tyypillisesti samanlaisilla pohjilla kiinteistöistä riippuen, vaikka kaikki kiinteistöt ovat yksilöllisiä huoltotarpeiden suhteen. Kiinteistöjen huoltotoimintaa voidaan ohjata yksilöllisesti IoT-ratkaisuilla kiinteistön käyttäytymisen mukaan, jonka avulla saavutetaan optimoidut huoltokustannukset sekä energiatehokkuus. Kerättävän datan avulla voidaan tuoda muun muassa uusia näkökulmia työnohjaukseen, tarpeenmukaisilla huolloilla voidaan optimoida resursointia sekä mahdollistaa huoltojen yhdistämistä. [5]

5 Yleisimmät rakennusautomaatiojärjestelmät

Rakennusautomaatiojärjestelmällä on perinteisesti tarkoitettu LVI-järjestelmien automaattista ohjausta. Käsite on kuitenkin laajentunut, ja nykyään rakennus- tai kiinteistöautomaatio kattaa lähes kaiken taloteknisten järjestelmien automatisoinnin. Rakennusautomaatiolla hallitaan, valvotaan, ohjataan ja säädetään kiinteistöjen taloteknisiä järjestelmiä, joita ovat esimerkiksi lämmitys-, jäähdytys-, ilmanvaihto-, valaistus- ja kulunvalvontajärjestelmät.

Rakennusautomaatiojärjestelmä sisältää kolme tasoa, joista korkeimpana hierarkiassa on valvomotaso, joka toimii käyttäjärajapintana. Valvomoina toimivat paikalliset sekä etä-

valvomot, joista käyttäjä voi säätää ja valvoa automaatiojärjestelmiä. Valvomoihin voidaan liittää yksi tai useampia järjestelmiä. Keskimmäisenä on automaatiotaso, joka sisältää alakeskukset I/O-moduuleineen. I/O tulee sanoista *input ja output* eli tulo ja lähtö. Ne ovat ohjelmoitavan logiikan ulkoisia liitäntöjä. Tuloporttien kautta logiikka saa tietoja järjestelmän tilasta, ja lähtöporttien kautta voidaan ohjata järjestelmää. Alakeskukset sisältävät ohjelmat, jotka ohjaavat I/O-pisteiden avulla itse järjestelmän prosesseja. Kolmantena on kenttätaso, johon kuuluvat esimerkiksi anturit ja toimilaitteet eli kenttälaitteet sekä itsenäisesti toimivat säätimet ja laitteisiin integroidut I/O-moduulit, esimerkiksi huonesäätimet.

Järjestelmät ovat nykyään pääsääntöisesti avoimia, tarkoittaa sitä, että protokollat ja tekniikka ovat julkisia. Se mahdollistaa järjestelmiin useampia toimittajia ja vapaan valinnan niiden välillä, eikä enää olla täysin riippuvaisia yhdestä toimittajasta esimerkiksi päivitystarpeen tullessa. Lisäksi järjestelmien luotettavuutta lisää se, että ne ovat hajautettuja eikä niiden äly keskity yhteen keskusyksikköön. Äly on hajautettu järjestelmän eri tasoille ja laitteille, eikä ne näin ollen häiriinny täysin, mikäli sen jokin osa tai niiden välinen tiedonsiirto vikaantuu. [6]

Rakennusautomaatiojärjestelmässä yleisimmin käytetty tietoliikenneprotokolla on BACnet, joka on kehitetty talotekniikan tarpeisiin, ja sen perustana on avoimuus, joka käytännössä tarkoittaa riippumattomuutta tietystä laite- tai ohjelmistoalusta. IoT-käyttöön BACnet on yksi varteenotettavimmista vaihtoehdoista, koska monien eri toimittajien järjestelmät kommunikoivat keskenään käyttäen BACnetiä yhteisenä kielenä. [7]

5.1 Fidelix

Fidelix Oy on suomalainen rakennusautomaatioyrittäjä, joka on tehnyt Fidelix-automaatiojärjestelmiä jo vuodesta 2002. Fidelixin pääkomponentit ovat ala-aseman keskusyksikkö, ala-asemaan liitettävät I/O-moduulit sekä kenttälaitteet. Keskusyksikkö voi olla näytöllinen tai näytötön versio. Näytöllisen version kanssa ei välttämättä tarvita erillistä valvomoa, ellei haluta yhdistää useampaa alakeskusta samaan järjestelmään. Vielä alkuvuoteen 2018 asti myynnissä olleet versiot ovat näytöllinen ala-asema FX-2030A, näytötön FX-2030A basic sekä FX-Spider, johon on integroitu 40 I/O-liitäntää. FX-2030A ala-asemiin (kuva 1) voidaan liittää 2 000 fyysistä tai virtuaalista I/O-pistettä, ja sen käyt-

töjärjestelmänä toimii Windows CE Professional. Jokaisessa FX-ala-asemassa on graafinen käyttöliittymä, integroitu web- ja tiedostojen siirtämistä varten oleva FTP-palvelin sekä yksi portti internetliikennettä varten, joka mahdollistaa ala-aseman yhdistämiseen internetiin, toisiin ala-asemiin tai yhteiseen Fidelix webVision -valvomoon. FTP on yleinen tiedonsiirtomenetelmä kahden tietokoneen välillä ja tulee sanoista File Transfer Protocol. Tässä tapauksessa Fidelixin ala-asema toimii tarjoavana osapuolena, johon voidaan ottaa yhteyttä. Fidelixin ala-asema kommunikoi I/O-moduuleiden kanssa yleisimmällä sarjaliikenneprotokollalla joka on Modbus RTU, joten eri kenttälaitteiden liittäminen automaatioon onnistuu vaivattomasti. [8] Alun perin Modbus oli tarkoitettu ohjelmoitavien logiikkojen käyttöön, mutta se on yleistynyt yleisprotokollaksi myös teollisuuteen.

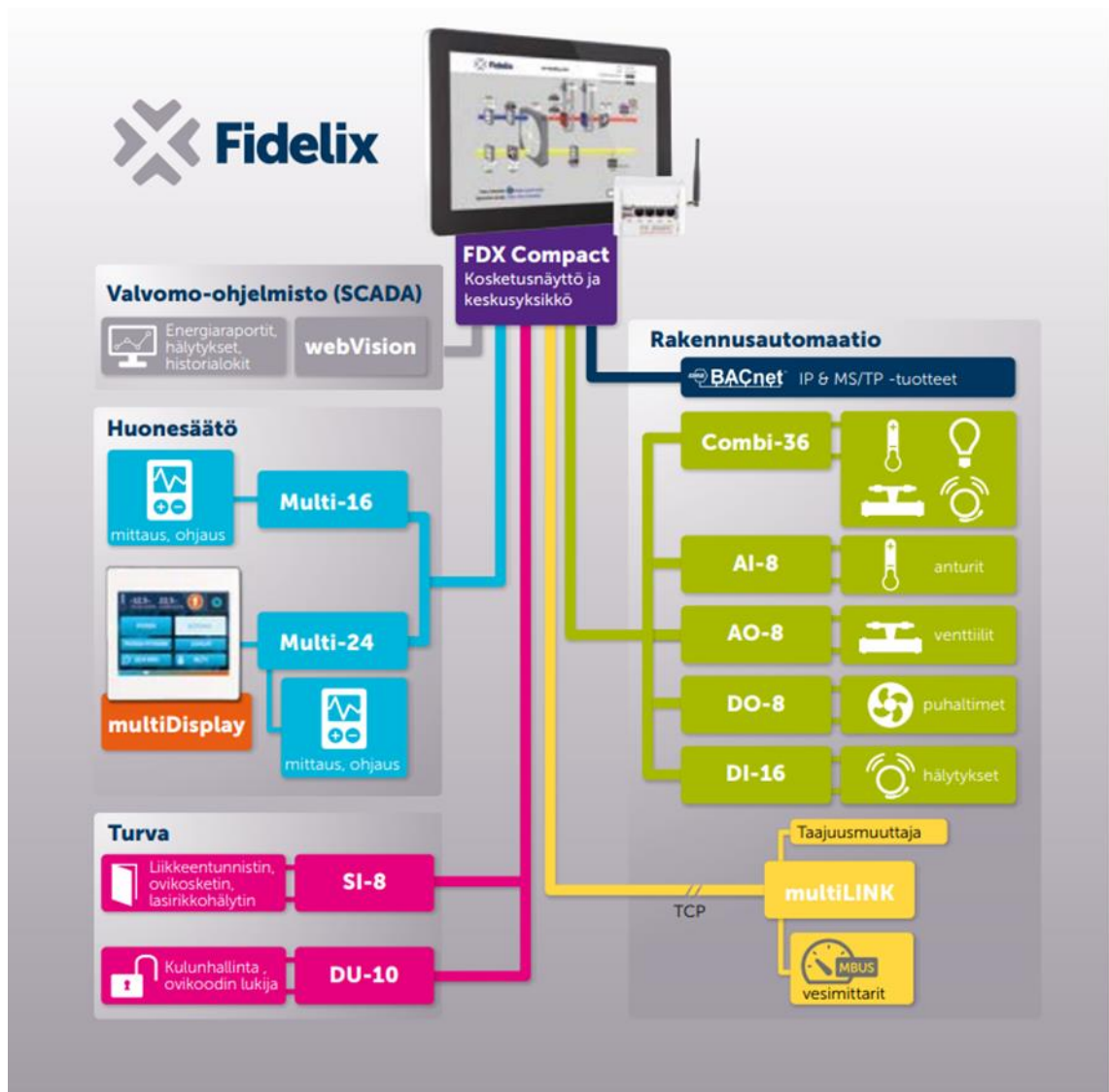


Kuva 1. Fidelix FX-2030A -ala-aseman keskusyksikkö [9].

Fidelix voidaan liittää IoT-järjestelmiin käyttämällä esimerkiksi avointa tiedonsiirron standardia OPC-rajapintaa, joka tulee sanoista *open connectivity via open standards*. Rajapinnan käyttäminen vaatii Fidelix webVision 8 -ohjelmistoversion. Vaihtoehtoisesti kevyemmissä ratkaisuissa voidaan käyttää esimerkiksi webVision 7:n omaa webpalvelua. Tätä käytettäessä pilvessä oleva IoT-järjestelmä tai -ohjelmisto kysyy Fidelixiltä pistetietoja, mutta näissä tapauksissa joudutaan huomioimaan, kuinka saadaan reititettyä tie-

toturvallisesti ne IP-osoitteet, joista kyselyt automaatiojärjestelmälle tulevat. IP-osoitteella tarkoitetaan numerosarjaa, jolla voidaan yksilöidä IP-verkkoihin kytketyt verkkosovittimet.

Fidelix julkaisi vuoden 2018 alkupuolella uuden tuoteperheen FX3000 Compactin, johon kuuluu uusi FX-3000-C-keskusyksikkö, Visio-15-C-käyttöpaneeli ja Compact-sarjan I/O-moduulit. Uusi tuoteperhe korvaa edellisen FX2000-sarjan, jonka tuotteiden valmistus loppui julkaisun jälkeen. Uusi ala-asemaversio tulee helpottamaan Fidelix-automaation liittämistä IoT-järjestelmiin, koska FX-3000-C keskusyksiköstä löytyy edeltäjästään poiketen integroidun web-palvelimen lisäksi integroitu Wi-Fi-reititin sekä tulevaisuuden versiossa turvallista etäkäyttöä varten integroitu Tosibox-tietoturvaratkaisu, joka esitellään tarkemmin luvussa 8.1. Kuvassa 2 on esitetty Fidelix-automaatiojärjestelmän päivitetty järjestelmäkaavio, kuinka järjestelmän laitteet on liitetty toisiinsa ja näkyvät graafisesti Visio-15-C-käyttöpaneelissa, jonka suuremman 15-tuumaisen näytön ansiosta järjestelmien tarkastelu on helpompaa. [10] Etenkin uuden tuoteperheen ansiosta Fidelixin liittäminen IoT järjestelmiin käyttäen OPC-rajapintaa tulee helpottumaan sisäänrakennettujen web-palvelimien ja tietoturvaratkaisujen vuoksi.

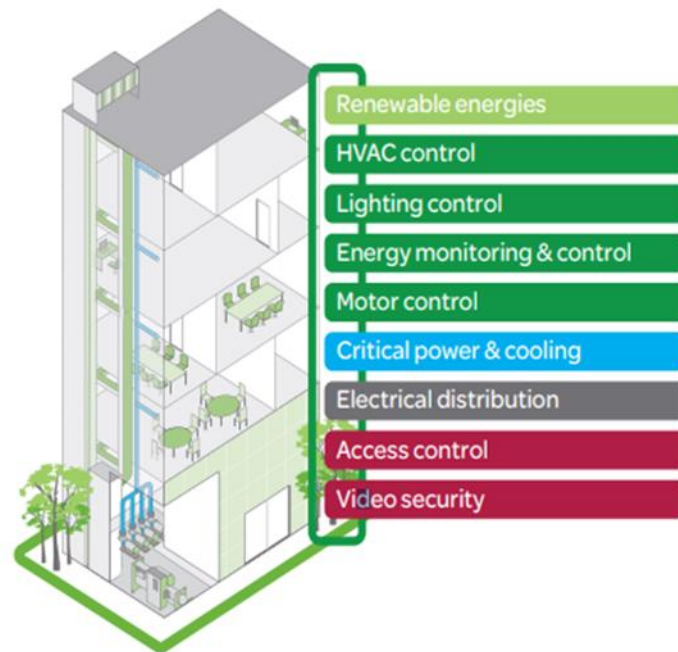


Kuva 2. Fidelix-automaatiojärjestelmän järjestelmäkaavio [11].

5.2 Schneider Electric

Schneiderin järjestelmistä uusin versio EcoStruxure Building Operation tarjoaa mahdollisuuksia IoT-ratkaisuihin, koska se tukee kaikkia yleisimpiä tietoliikenneprotokollia kuten muutkin uudet automaatiojärjestelmät. Vanhemmat järjestelmät kuten TAC Vista tai Xenta eivät ole kovinkaan taipuvaisia, mutta ne ovat käännettävissä uuteen EcoStruxure-ohjelmistoon. Schneiderin järjestelmissä on paljon mahdollisuuksia, mutta yksi rajoittava tekijä on se, ettei järjestelmä ole avoin kaikille tekijöille ja järjestelmän osajia on vain harvakseltaan. Schneider kuitenkin lupaa EcoStruxureen laajalti järjestelmäintegraatiomahdollisuuksia, kuten kuvassa 3 esitettyjä taloteknisiä järjestelmiä, kamera- ja

kulunvalvontaa, LVI-tekniikkaa, valo-ohjaukset ja uusiutuvat energiat, jotka pitävät sisäl-
lään esimerkiksi aurinkosähköjärjestelmät. EcoStruxure Building Operationissa on val-
miudet myös energianmonitorointiin ja -hallintaan. [12] Lisäksi heiltä löytyy erillinen IoT-
ohjelmisto Schneider Building Analytics, joka esitellään tarkemmin luvussa 6.3.



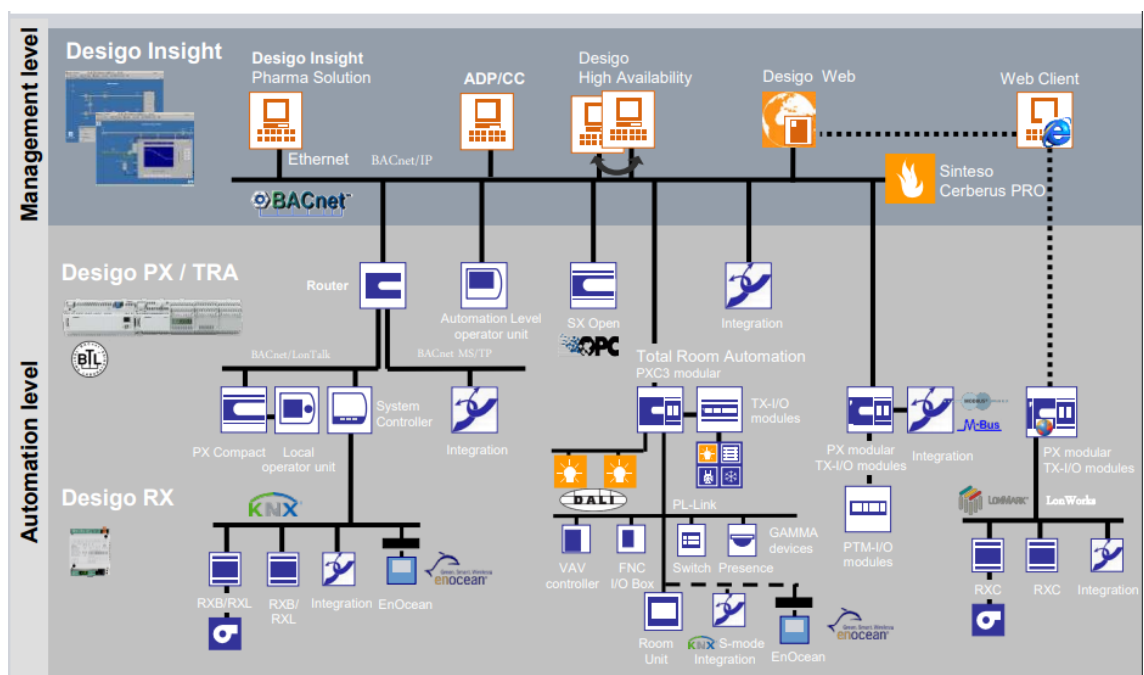
Kuva 3. EcoStruxuren integraatiomahdollisuudet [12].

5.3 Atmostech

Atmostech on nykyisin Schneider Electricin omistama vanhahko automaatiojärjestelmä. Siihen ei tiettävästi ole tulossa enää päivityksiä, ja sen liittäminen IoT-järjestelmiin on kömpelöä, koska Atmostechin pistetiedot ovat hankalasti siirrettävissä verkkoon eikä reaaliaikaista dataa pystytä siirtämään. Atmostechin järjestelmä koostuu kenttätasosta ja valvonta-alakeskuksista, jotka on liitetty valvomoon. AtmosCare-valvomo-ohjelmisto on tehty alun perin Windows XP:lle, jonka tuotetuki Microsoftilta on loppunut vuosia sitten. IoT-järjestelmiin liittämistä ajatellen tämä on huono asia, koska AtmosCare valvomo-ohjelmisto toiminta myös Windows 7 -versiolla on hieman epäluotettavaa eikä uudemmilla Windows versioilla ohjelmisto tiettävästi toimi ollenkaan. [13] Järjestelmä soveltuu vielä osaltaan yksinkertaisiin IoT-raportointijärjestelmiin, jotka keräävät dataa esimerkiksi vain kerran päivässä kuten Granlundin Metrixiin.

5.4 Siemens

Siemensin rakennusautomaatiojärjestelmä (kuva 4) koostuu kenttätasosta esimerkiksi Desigo RX -huonesäätimistä ja antureista, alakeskustasosta Desigo PX -alakeskukset ja valvomotasosta, jossa toimii Desigo Insight -valvomo-ohjelmisto. Desigo voidaan liittää verkkoon suoraan Desigo web-palvelimella tai turvallisempaan Siemens common Remote Service Platformiin, jolla saadaan etäkäyttö järjestelmään. Siemens on avoin BACnet-protokollaa käyttäville laitteille, joten siihen on mahdollista liittää useita kolmannen osapuolen laitteita. Ohjelmoitavuudeltaan Siemens Desigo on kuitenkin suljettu järjestelmä ja sillä työskentelyyn tarvitaan Siemens-partneri. IoT-järjestelmiin liittämistä varten Siemensin järjestelmissä on huomioitava, että mittapisteet on asetettu trendaukseen alakeskustasolla tarpeeksi tarkoin mittausvälein, koska Desigo valvomo osaa muuten näyttää ainoastaan reaaliaikaista graafia mittauksista ja ulos kirjautuessa kuvaajat tyhjenevät. Siemensillä on myös IoT-ratkaisuja varten oma Navigator pilvialusta, joka esitellään tarkemmin luvussa 6.5. [14]

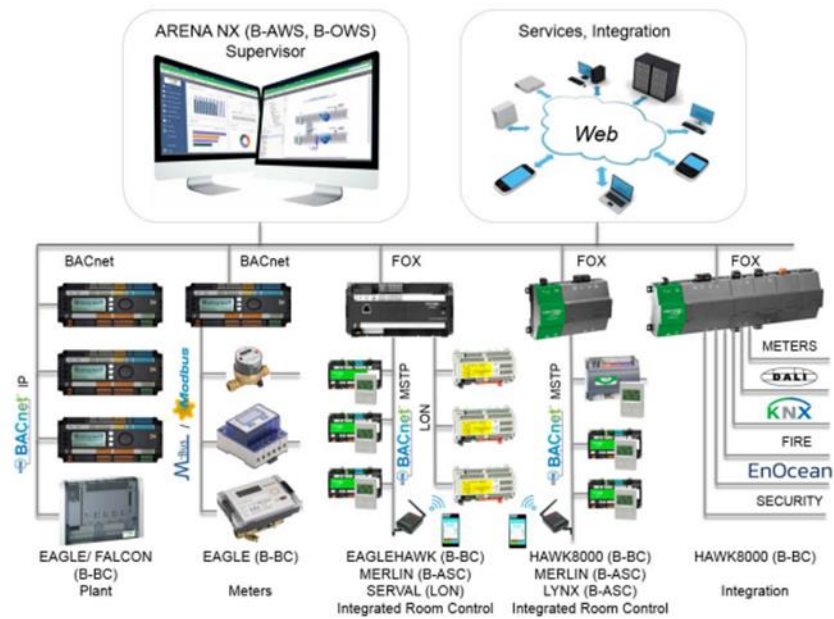


Kuva 4. Siemens rakennusautomaation järjestelmäkaavio.

5.5 CentraLine by Honeywell, Arena NX

Arena NX on CentraLinen uusin rakennusautomaation ohjelmistoversio, johon voidaan liittää esimerkiksi CentraLinen Hawk- ja Eagle-sarjan säätimiä (kuva 5). Yhdestä valvomosta voidaan hallita yksittäisiä tai useampia kiinteistöjä ja niiden järjestelmiä. Se sisältää webpohjaisen käyttöliittymän, jonka avulla voidaan tarkastella grafiikoita, hälytyksiä, aikatauluja, lokeja ja konfiguroituja tietoja internetselaimella tai mobiililaitteella. Vapaasti ohjelmoitava käyttöliittymä tarkoittaa myös sitä, että Arena NX:n IoT-mahdollisuudet ovat laajat, sillä sen graafinen näkymä on vapaasti muokattavissa ja järjestelmä taipuu kaikille yleisimmille protokollille sekä kolmannen osapuolen laitteille. Arena NX tarjoaa mahdollisuuden historiadatan visuaaliselle tarkastelulle, ja siinä on mahdollista liittää kaikki pisteet historiatietokantaan, mikä on edellytys kehittyneelle IoT-ratkaisulle. Perinteiset energianhallintafunktiot sisältyvät Arena NX -ohjelmistoon mutta siihen on saatavilla myös laajempi CentraLine Energy Vision -laajennus, joka esitellään tarkemmin luvussa 6.4. Navigointi on järjestelmässä helppoa ja turvallista, sillä loppukäyttäjän tarpeet ja oikeudet pystytään määrittelemään käyttäjäkohtaisesti. Kehittyneempää käyttöä varten kaikkiin pisteisiin voidaan lisätä omia merkintöjä, joita pystytään hyödyntämään syvemmissä analysoinnissa ja pääsivulle voidaan luoda vapaasti muokattava dashboard käyttöoikeuksiin riippuvaiseksi, riippuen siitä mitä kullakin käyttäjätasolla halutaan nähdä. Arkistointia varten järjestelmä tukee kaikki yleisimpiä tietokantoja, raportit voidaan luoda esimerkiksi .PDF tai .CSV muodossa ja liittää suoraan sähköpostiin. [15]

SYSTEM ARCHITECTURE



Kuva 5. CentraLine Arena NX -järjestelmäarkkitehtuuri.

5.6 Trend

Honeywellin omistama Trend on lisensoitu automaatiojärjestelmä, joka koostuu muiden yleisimpien järjestelmien tapaan kenttätasosta, alakeskustasosta ja valvomosta, kevyemmästä SDU-käsipaneelistai tai IQView-paneelistai. Trendin vanhempi valvomo-ohjelmistoversio 963 on vieläkin erittäin yleinen, ja se toimii myös uusimmilla Windows versioilla. Alakeskustaso koostuu yleensä IQ3- tai IQ4-sarjan säätimistä. Trend 963 -ohjelmistossa on yhteensopivuus Trend Open Protocol Serveriin TOPSiin, joka tarkoittaa mahdollisuutta liittää esimerkiksi BACnet-laitteita. 963-ohjelmisto pystyy näyttämään reaaliaikaista, tallennettua tai nauhoitettua mittaustietoa IQ, IQL -säätimiltä tai BACnet-laitteilta ja se käyttää tietokantanaan on SQL-serveriä, mikä tarkoittaa sitä, että järjestelmä on liitettävissä IoT-alustoihin. [16] Trendin uudempi ja hieman kehittyneempi valvomoversio on IQVISION Supervisor, joka on tehty Niagara 4 -alustalle ja siihen on vielä laajemmat mahdollisuudet liittää kolmannen osapuolen laitteita, kuten BACnet, Modbus OPC. [17]

Trendillä on myös oma lisenssin vaativa web-pohjainen energiatehokkuuden, raportoinnin ja analysoinnin työkalu Trend Energy Manager, joka voidaan liittää Trend-automatiojärjestelmään TCP/IP-yhteydellä. Trend Energy Manager kerää, varastoi SQL-tietokantaan ja analysoi keräämänsä energiadatan (kuva 5). Energy Manager opiskelee itse asennuksen jälkeen Trend-järjestelmästä, mitkä mittapisteet siihen voidaan liittää. Siitä voidaan tarkastella yhdestä kaaviosta maksimissaan neljää kuvaajaa päällekkäin ja tarkastella energiankäyttöä jopa päivän tarkkuudella. Lisäksi se voi analysoida energiankulutusta kulutustavoitteisiin sekä verrata järjestelmän ulkopuolelta energiatoimittajien tietoihin ja näyttää esimerkiksi hiilidioksidipäästöt. [18] Managerista ei löydy juurikaan käyttökokeuksia, mutta se olisi kokeilunarvoinen etenkin suuremmissa kiinteistöissä, jossa Trend-järjestelmässä on paljon mittapisteitä.



Kuva 6. Trend Energy Managerin koontisivu [19].

6 Ohjelmistotoimittajat

6.1 Nuuka

Suomalainen Nuuka Solutions lupaa lähes laiteriippumattoman arkkitehtuurin ohjelmistolle. Nuukaan on liitettävissä lähes kaikki markkinoilla olevat rakennusautomaatiojärjestelmät, energiamittarit ja IoT-anturiverkot. Tietoturvan osalta Nuukan ohjelmisto tallentaa rakennusautomaatiojärjestelmästä tuotavat tiedot pilvipalveluun, joka pyörii var-

mistetussa konesalissa. Nuukan palvelut sisältävät kiinteistöjohdon portaalin, energiataseen, vuokralaisten ja asukkaiden näytöt, analysointityökalut ja raportit, automaattisen analysoinnin ja valvonnan, appsin, vastuullisuusaineistot, salkkuraportit sekä energiahinnat ja CO₂-päästöt.

Kiinteistöjohdon portaalin kuuluvat energiatehokkuuden KPI-avainluvut ja raportit, joiden avulla kiinteistöjohtamista helpotetaan esimerkiksi energiakustannusten vertailuilla niille asetettuihin tavoitearvoihin. Järjestelmä esittää mittareina, kuinka energiankulutukset ja -kustannukset kulkevat kuukausi- ja vuositasolla tavoitteisiin nähden. Energiataseosiosta löytyy taseraportointi uusiutuvien energioiden tuotannosta ja ostoenergiasta. Vuokralaisten ja asukkaiden näytöt esittävät huoneistokohtaisen energiaseurannan ja laskutusaineiston, ja sitä voidaan hyödyntää toimitiloissa esimerkiksi Green Lease -sopimuksissa. Green Lease -sopimus tarkoittaa vuokranantajan ja vuokraajan välistä sopimusmallia, jossa he sopivat yhteisistä tavoitteista ja hyvitysmalleista energiankulutuksen ja -kustannusten osalta. Asunnoissa se toimii asukkaalle antaen jatkuvaa palautetta kulutustottumuksista esimerkiksi vedenkäytöstä. Apps-palvelu on avoin API, eli vapaa ohjelmointirajapinta, Nuukan dataan, jolla kumppanit voivat kehittää omia appseja. Salkkuraportointiosiossa voidaan tehdä yhteenvetoja ja analysoida useita kiinteistöjä sekä sen avulla on mahdollista vertailla, vaikka energiatehokkuutta kahden samanlaisen toimistorakennuksen välillä. Energiahinnat ja sen alkuperäpalvelussa voi seurata energianhintoja ja CO₂-päästöjä sekä laskea kustannuksia, palvelu on enemmän kiinteistöjohtamista varten kuin ylläpidolle tai etävalvonnalle. [20] Vastuullisuusraportoinnin osiosta saa raportit automaattisesti esimerkiksi GRESB- ja GRI- ympäristöjohtamisen raportointia varten. GRESB ja GRI ovat kansainvälisiä raportointistandardeja, jotka mittaavat kiinteistöalan vastuullisuutta ja ympäristöjohtamista energiatehokkuudessa, kuten kiinteistön hiilidioksidipäästöissä. [21]

Analysointityökalut ja raportit on tarkoitettu asiantuntijoille energiatehokkuuden ja sisäilmaolosuhteiden kehittämiseen ja ylläpitoon. Automaattinen analysointi ja valvonta tuovat työkalut energiatehokkuuden, sisäilman, LVISA-prosessien tehokkuuteen ja tietojen oikeellisuuteen. Työkalun avulla voidaan tarkastella, pitävätkö mittaustiedot todellisuudessa paikkaansa, voidaan asetella hälytysrajoja mittauksille tai huonelämpötilamittauksille raja-arvoja sisäilmaluokitusten mukaan, joiden avulla voidaan varmistaa esimerkiksi, että vuokralaisilla on luvatut olosuhteet. Lisäksi trendiraporteista voidaan vertailla eri mittapisteitä sekä huomata vikatilanteissa yhtäläisyyksiä, jotka vaikuttavat toisiinsa. [20]

Palvelut voidaan räätälöidä sellaiseksi ohjelmistoksi, joka palvelee käyttäjiänsä parhaiten. Etävalvonnan kannalta tärkeimmät palvelut olisivat analysointityökalut ja raportit sekä automaattinen analysointi ja valvonta, johon liitettäisiin ainakin osittain energiakustannukset esimerkiksi tiedoksi siitä, kuinka paljon jokin automaattisen valvonnan huomio tuo ylimääräisiä energiakustannuksia, jos sitä ei korjata.

6.2 Iconics Facility AnalytiX

Facility AnalytiX perustuu Iconicsin advanced Fault Detection and Diagnostics (FDD) -teknologiaan, se raportoi automaattisesti järjestelmän vioista ja häiriöistä, joiden säännöt ovat käyttäjän muokattavissa. Vikojen ja häiriöiden perusteella ohjelmisto osaa myös punnita laitteiden mahdollisuutta rikkoutua ja ilmoittaa niistä etukäteen. Ohjelmistolla voi hallita yhtä tai useampia kohteita ja se on liitettävissä rakennusautomaatiojärjestelmiin käyttäen yleisimpiä avoimia standardeja, mutta esimerkiksi Fidelix-järjestelmässä valvomo-ohjelmisto täytyy olla webVision 8 -versio, jotta liittäminen onnistuu OPC-rajapintaa käyttäen tai vaihtoehtoisesti ala-asetat päivitetty tukemaan BACnetiä. Kuvassa 7 nähtävän Facility AnalytiXin käyttöliittymä on vapaasti räätälöitävissä käyttäjälleen, ja sitä on myös mahdollista käyttää mobiililaitteilla.



Kuva 7. Iconics Facility AnalytiXin käyttöliittymä [21].

Iconicsissa on valmiina yli 300 häiriösääntöä suosituimmille laitteille. Esimerkkisääntöinä ohjelmisto ilmoittaa, jos vedenjäähdytysyksikön kompressorit käy ja pysähtyy liian usein, kiertovesipumppuja ei ole viritetty kunnolla, yksikkö vaihtaa käyntitilaa liian useasti tunnin aikajaksolla tai ulkoilman entalpia on liian alhainen kompressorikäytölle. AnalytiX myös laskee vikojen aiheuttamat kustannukset, jotta korjausten priorisointi on helpompaa. Priorisointiominaisuus on tärkeä etävalvonnan kannalta, sillä sen avulla voidaan osoittaa

tilaajalle kustannusvaikutus ja toisaalta ohjata huoltohenkilöstöä keskittymään ensin korkeamman prioriteetin vikoihin. FDD Viewer pystyy esittämään listan mahdollisista syistä eri häiriölle helpottamaan ohjelmiston käyttäjää. [21]

Mikäli Facility AnalytiXin raportointiominaisuudet ovat sille luvutulla tasollaan häiriösäätöjen ja kustannusvaikutusraportoinnin osalta sekä käyttöliittymä on vapaasti ohjelmoitavissa, on ohjelmisto kokeilun arvoinen pilottikiinteistössä. Sen jatkokäyttöä tulee kuitenkin arvioida siltä kannalta, kuinka paljon ulkoisen ohjelmiston kustannukset ovat siitä saatavaan hyötyyn nähden. Kustannukset riippuvat myös siitä, mitä muutoksia kohteen nykyiseen valvomoon joudutaan tekemään, jotta ohjelmisto saadaan liitettyä.

6.3 Schneider Building Analytics

Building Analytics on web-pohjainen IoT-ohjelmisto kiinteistönomistajille, -managereille ja urakoitsijoille, jona voidaan tässä tapauksessa ajatella kiinteistöhuoltoyritystä. Schneider Building Analytics analysoi siihen liitetyn rakennusautomaatiojärjestelmän toimintaa edellä mainitun Iconicsin tavoin. Ohjelmiston käyttöliittymän etusivulla on dashboard, jossa näkyy valitun kohteen edellisen kuukauden yhteenveto havaituista ongelmista, kappalemäärä sekä kuvassa 8 esitetyt euromääräiset kustannukset, jotka olisi voitu säästää korjaamalla havaitut puutteet. Toisessa osiossa on esitetty edellisen kuukauden TOP10-puutteet, jotka on järjestelty kustannusten perusteella suurimmasta pienimpään eli priorisoitu siten, että listasta on helppo poimia vika, joka tulisi korjausten osalta tehdä ensimmäisenä. Muita kotinäkylässä olevia tietoja ovat edellisen 30 päivän kuvaaja vältettävistä kustannuksista, edellisen päivän diagnostiikan yhteenveto eli häiriöiden määrä ja vältettävissä olleet kustannukset sekä vikojen erittely ja viimeisimmät avoimet merkinnot vikoihin, esimerkiksi kohteen kiinteistöhoitajalta. [22]



Kuva 8. Schneider Building Analyticsin yhteenvetonäkymä.

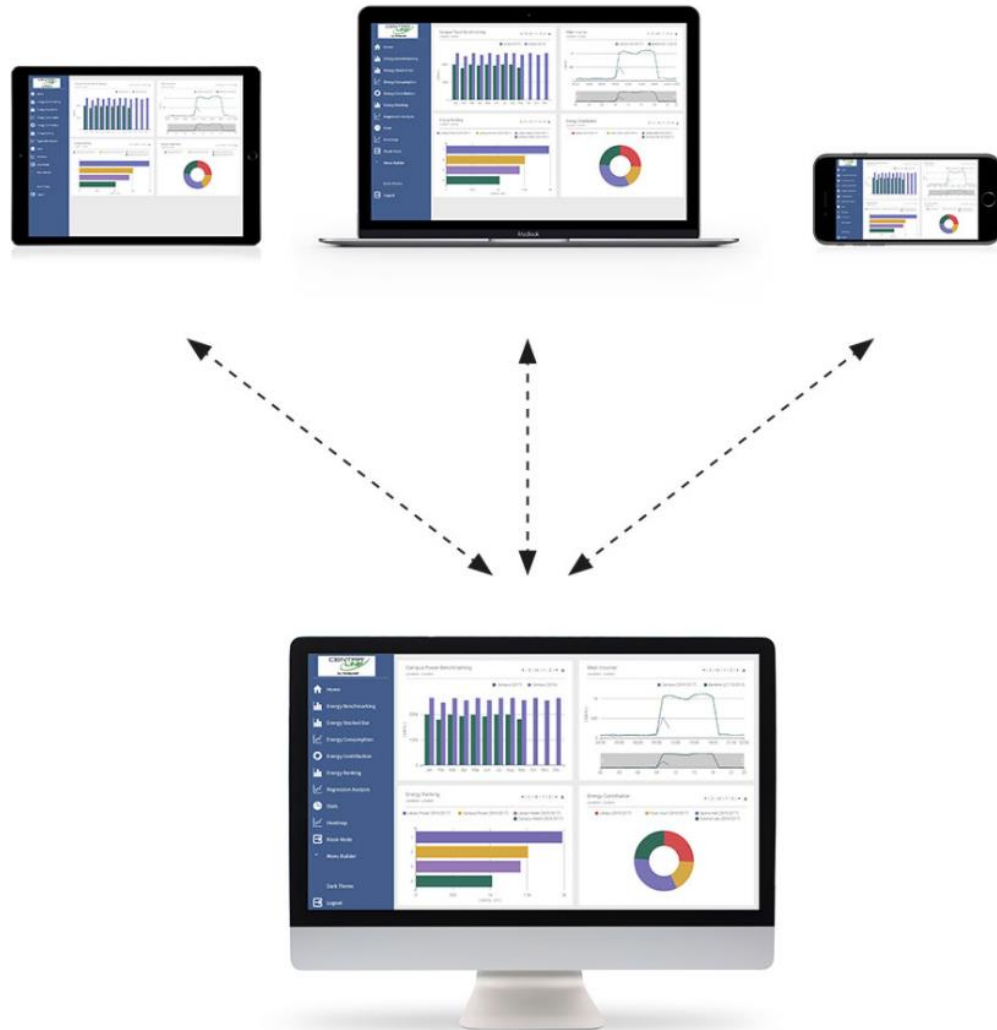
Muita ohjelmiston osia ovat diagnostiikka, analysointityökalu, hälytykset, tehtävät, projektit, raportointi, rakennusprofiili, laiteprofiilit ja dokumentit. Diagnostiikasta voidaan tarkastella vikoja ja etsiä niitä tarkoin määrityksin. Yksittäinen vikailmoitus näyttää rakennuksen, laitteen tunnuksen, analysoinnin laitteesta, vian alkupäivämäärän, mahdollisen syyn vialle, vialle tehtyjen merkintöjen määrän, kustannuksen sekä prioriteetin asteikolla 1 – 10 energialle, olosuhteille ja kunnossapidolle. Diagnostiikkasivulta voidaan halutessa tulostaa nykyinen tai täysi vikalista taulukkomuodossa. Analysointityökalulla voidaan muodostaa trendinäkymiä itse valituista pisteistä ja analysoida vapaasti järjestelmien toimintaa. Hälytykset-sivulla voidaan tarkastella rakennusautomaatiosta tulleita hälytyksiä. Ohjelmisto näyttää TOP10 eniten toistuneet, päivän TOP10- ja laitekohtaiset hälytysmäärät sekä kuvaajan hälytyksistä. Tehtäväsivulla voidaan tarkastella ja hakea vikoihin merkittäviä ilmoituksia. Jokainen tehtävä näyttää sivulla vian numeron, rakennuksen, viallisen laitteen, merkinnän tekijän, yhteenvedon, kommentin, ehdotuksen tai toimenpiteen vialle sekä merkinnän päivämäärän, mahdollisen vuosittaisen säästön ja tehtävän tilanteen.

Projektiosio mahdollistaa käyttäjälle projektien luomisen järjestelmään hyvin laajalti liitettävällä ohjelmiston eri toimintoja. Raportointiosiossa voi käyttäjä itse muodostaa raportteja valitsemillaan toiminnoilla ja asetuksilla, rakennuksesta, laitteista tai yksittäisistä pisteistä. Datan voi valita raporttiin raakadatana, analysoituna tai laskettuna. Rakennusprofiiliosiossa esitetään valitun rakennuksen perustiedot sekä jokaisen ohjelmistoon liitetyn taloteknisen laitteen tiedot edellisen päivän suorituskykylukemineen. Laiteprofiilisivulta voi hakea yksittäisen laitteen tietoja hyvinkin tarkasti, ja dokumenttiosiossa voidaan tarkastella käyttäjän tallentamia dokumentteja esimerkiksi tehtyjä raportteja.

Ohjelmistosta olisi hyvinkin paljon hyötyä rakennusautomaation etävalvonnan työkaluksi, jos käyttöliittymä räätälöidään sitä varten. Käytettävimmät ominaisuudet ovat vika-listat, hälytyslistat ja säästettävissä olevat kustannukset vioista. Näistä halutuista ominaisuuksista voidaan muodostaa esimerkiksi kuukausittainen raportti. Ratkaisevana tekijänä on kuitenkin se, mille automaatiojärjestelmille ohjelmisto taipuu ja millaiset perustamis- ja ylläpitokustannukset ohjelmistolle tulevat kohteesta riippuen, kun etsitään ohjelmistoa, joka olisi yleisesti kustannustehokas, hyödyllinen ja nopea käyttää.

6.4 CentraLine Energy Vision NX

Energy Vision NX on Arena NX valvomo-ohjelmistoon saatava maksullinen lisäosa energiamittarointia ja -analysointia varten. Energy Visionissa on täysi integraatio Niagara AX -järjestelmän kanssa, jota Arena NX käyttää. Se on web-pohjainen, joten sitä on mahdollista käyttää myös mobiililaitteilla eikä sitä tarvitse asentaa kuin yhteen kohteeseen, joka on kyseisen kohteen valvomo (kuva 9). Ohjelmiston logo ja ulkoasu ovat täysin muokattavissa käyttäjälleen, joten se voidaan räätälöidä esimerkiksi oman yrityksen mukaiseksi.



Kuva 9. Energy Vision NX -ohjelmistoa voi käyttää myös mobiililaitteilla [23].

Integraatio Arena NX-järjestelmän kanssa tarkoittaa sitä, ettei Energy Vision tarvitse ylimääräisiä laitteita datan keräämiseen valvomosta. Ohjelmisto monitoroi energiankuluksista ja muodostaa graafeja päivä-, viikko-, kuukausi- tai vuositasolla ja analysoi energiaprofiilit eli sitä, mihin energiaa menee hukkaan sekä miten energiatehokkuutta voidaan optimoida. Taloudellisessa analysiosiossa ohjelmisto kääntää toteutuneet energiankulutukset valittuun valuuttaan, ja sinne käyttäjä voi asettaa tavoitteita energiankulutuksille sekä -kustannuksille, joita ohjelmisto tämän jälkeen monitoroi. Raportoinnissa voidaan yhdistellä historiatietoja tallennetusta datasta ja verrata sitä toteutuneisiin energiankulutuksiin ja -kustannuksiin. Ohjelmiston energiatehokkuusraportit -osiossa on varasto au-tomaattisille ja manuaalisesti tehdyille raporteille, ja sinne voidaan tehdä kirjanmerkkejä raporteille esimerkiksi energiamanagereita tai -auditointeja varten. Energy

ranking -osiossa ohjelmisto näyttää eniten energiaa kuluttavat laitteet, järjestelmät ja rakennuksen osat, jonka avulla voidaan lähteä optimoimaan suurimmasta kuluttajasta. Päivittäinen kulutus näyttää mittarit 24 tunnin ajanjaksolle ja löytää energiaa hukkaavat laitteet. Päivittäisiä kulutusmittareita voidaan ajatella esitettäväksi esimerkiksi aulanäyttöihin kiinteistön käyttäjille lisäinformaatioksi.

Energy Vision sisältää myös lämpökartan, jonka avulla voidaan nähdä yhdestä ruudusta vuosittaisen kulutusdatan lämpökartta ja siihen pääsee tarvittaessa pureutumaan päivätasolle vain hiiren klikkauksella. Regressioanalyysi-sivulla voidaan tarkastella itsevalittuja datapisteitä esimerkiksi ulkolämpötilan vaikutusta järjestelmien toimintaan. Kioskinäkymässä on kaikki tärkeimmät energiamittarit ja -tehokkuuskuvaajat dashboard-tyypisesti, jota voidaan tarvittaessa muokata halutunlaiseksi. Kioskinäkymästä havaitaan nopeasti järjestelmän toiminta ja sitä voitaisiin käyttää päivittäiskulutusmittareiden tyypisesti aulanäyttöratkaisussa.

Energy Vision NX -ohjelmiston käyttö etävalvonnassa olisi toimiva ratkaisu kohteissa, joissa on käytössä Arena NX, mikäli sen kustannukset eivät kasva kovin suuriksi siitä saatavaan hyötyyn nähden. Lisäosan kustannukset riippuvat siitä, monenko mittaroitavan pisteen lisenssi on. Vaihtoehdot lisenssille ovat 12, 25, 50, 100, 500 ja 1 000 pistettä. [23]

6.5 Siemens Navigator

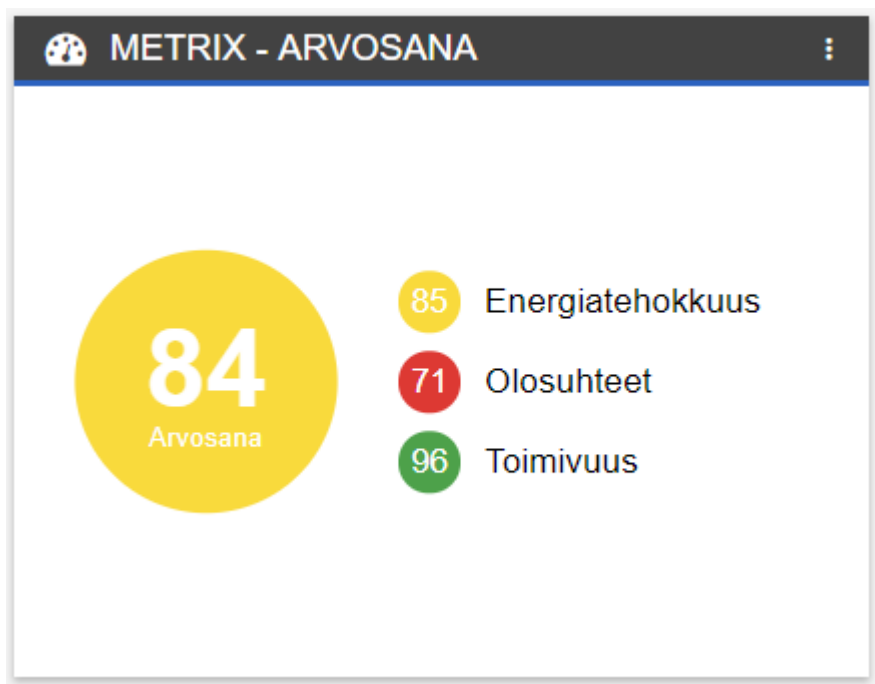
Navigator on Siemensin pilvipalvelupohjainen IoT-alusta talotekniikan optimointia varten. Se sisältää 220 ennalta määriteltä sääntöä talotekniikkaan vika- ja häiriötilanteiden havaitsemista varten. Maailmanlaajuisesti Navigatoriin kerätään noin 400 miljoonaa data-arvoa päivittäin ja se on liitetty yli 75 000 kiinteistöön. Sovelluksia Navigatorissa on useita kuten myös muissakin työssä tutkituissa alustoissa. Dashboard-näkymään voidaan räätälöidä käyttäjälle tarpeelliset sovellukset, jotka tarjoavat suorituskyvyn seuranta liitetyistä kiinteistöistä. Ympäristönäkymässä voidaan seurata esimerkiksi kohteen hiilidioksidipäästöjä. Tehokkuusnäkymässä pystytään verrata kiinteistön tai useamman toimintaa energiankulutuksen kiinteistö-, laite- tai jopa yritystasolla. Toimintavarmuus-näkymästä voidaan tarkastella yksityiskohtaisia datatietoja analyyseinä ja raportteina kiinteistöautomaatiojärjestelmän toiminnasta. Navigatoriin on myös mahdollista liittää laajalti muita kiinteistön teknisiä järjestelmiä. Energiantuotantoon on raportointiin sisällytetty energian

hinnat ja toimittajatiedot. [24] Yhtenä esimerkkikohteena Navigator on käytössä esimerkiksi Kauppakeskus Sellossa, jossa Siemensin mukaan esimerkiksi taloteknisiä prosesseja voidaan säätää aktiivisesti sääennusteen mukaan [25].

Rakennusautomaation etävalvontaan Siemens Navigator ei välttämättä ole optimaalisin vaihtoehto, ellei se taivu myös muille rakennusautomaatiojärjestelmille kustannustehokkaaseen hintaan. Navigator-alustana vaikuttaa alustana olevan hieman enemmän kiinteistöjohtamistyyppiseen käyttöön kuin etävalvonnan raportoinnin tehostamiseen.

6.6 Granlund Metrix

Granlundin Metrix-järjestelmä on yksinkertainen IoT-ohjelmisto, joka esittää kiinteistön toimivuutta suorituskykymittarein. Metrixin on mahdollista liittää kaikki yleisimmät rakennusautomaatiojärjestelmät, joista on mahdollista siirtää trenditietoja tiedonsiirron avulla verkon yli. Metrix hakee datan automaatiojärjestelmästä yleisesti kerran päivässä, joka tarkoittaa sitä, että data analysoidaan aina seuraavana päivänä. Suorituskykymittarit ovat jaettu kolmeen: energiatehokkuuteen, olosuhteisiin ja toimivuuteen. Pistetiedot muodostavat arvosanan jokaiselle suorituskykymittarille, joka voi olla 0-100. Kiinteistö saa kokonaisarvosanan samalla asteikolla suorituskykymittarien keskiarvosta. Suorituskykymittarit antavat yksinkertaisen näkymän kiinteistön talotekniikan toiminnasta, mutta niihin on mahdollista pureutua tarkemmin. Raja-arvot arvosanoille ovat hyvä (vihreä) 100 – 90, tyydyttävä (keltainen) 89 – 80 ja heikko (punainen) 79 – 0 (kuva 10). Kiinteistön toiminnasta voi tulostaa raporteja yhden, useamman kuukauden tai vuoden tarkkuudella, mutta laitekohtaisia tietoja pystytään tarkastelemaan jopa tuntitasolla.



Kuva 10. Metrix-suorituskykymittarien arvosanat.

Energiatehokkuusvälilehdellä (kuva 11) tarkastellaan kiinteistön ilmanvaihtolaitteiden toimintaa. Energiatehokkuuden arvosana määräytyy yleisesti hyötysuhteen ja käyttötuntien perusteella. Energiatehokkuuden kokonaisarvosanan laskenta riippuu siitä, millaiset pinta-alat eli painoarvot laitteille on annettu. Hyötysuhdevälilehti kertoo ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenoton hyötysuhteen pysymisen sille asetettujen raja-arvojen sisällä. Jokaiselle laitteelle voidaan asettaa omat tavoitearvot hyötysuhteelle riippuen lämmöntalteenottotyypistä tai siitä, onko talteenottoa kojeessa ollenkaan. Käyttötuntivälilehti kertoo kiinteistön ilmanvaihtokojien käyntitunnit, mistä nähdään ovatko IV-kojeet käyneet tavoitteen mukaisesti. Tavoite asetetaan ilmanvaihtokoneen aikaohjelman perusteella. Metrix antaa kuitenkin hyvän arvosanan ilmanvaihtokoneen käynnille myös silloin, jos koje käy alle sille asetetun tuntimäärän päivän aikana. Lisäksi energiatehokkuusosiossa on lämpötila- ja painevälilehdet, joihin voidaan liittää esimerkiksi lämmitysverkoston lämpötilat seuranta varten.

Energiatehokkuus		Hyötysuhde	Käyttölumi	Lämpötila	Paine	
Kohde	Koko	Pysyvyys Hyötysuhde (%)	Käyttölumi (%)	Pysyvyys: lämpötila (%)	Pysyvyys: paine (%)	Energiatehokkuus
Vantaa, Kaivokselantie 9	5	51	96	-	-	79
Kaivokselantie 9	5	51	96	-	-	79
G3 TK1 Toimistot pohjoinen	1	99	92	-	-	95
G3 TK2 Toimistot etelä	1	97	99	-	-	98
G3 TK3 Keittiö, ruokala	1	4	100	-	-	52
G3 TK4 Liikuntasali	1	-	92	-	-	92
G3 TKS Pysäköintihalli	1	6	99	-	-	62

Kuva 11. Metrixin energiatehokkuuden välilehti

Olosuhteiden tunnusluvut kertovat kiinteistön olosuhteista siltä osin, miten mittapisteitä järjestelmään on liitetty. Olosuhdeosiossa voidaan tarkastella tilojen lämpötiloja, hiilidioksidipitoisuuksia, suhteellisen kosteuden mittauksia, häkämittauksia, VOC-mittauksia tai tilojen paine-eromittauksia omilla välilehdillään. (kuva 12) Nämä muodostavat olosuhteiden kokonaisarvosanan. Jokaiselle mittapisteelle taikka tilalle määritetään myös olosuhteissa pinta-ala eli painoarvo sille, kuinka paljon yksittäinen tila vaikuttaa kokonaisarvosanaan. Mikäli tilalle asetetaan pinta-alaksi nolla, se ei vaikuta kokonaisarvosanaan, mutta sen mittausdataa voidaan silti tarkastella. Yleisimmin käytössä ovat lämpötila- ja hiilidioksidimittaukset, ja niille asetetaan raja-arvot, joiden sisällä niiden tulee pysyä kuukausi-tasolla. Raja-arvot voidaan määrittää esimerkiksi sisäilmaluokitusten S1, S2, S3 mukaan tai vaihtoehtoisesti oman vapaavalintaisen luokituksen mukaan.

Olosuhteet								
	Lämpötila	Hilidioksidi	Suhteellinen kosteus		Häkä	VOC	Paine-ero	
Kohde	Pinta-ala (m ²)	Lämpötilapysyvyys	Hilidioksidipysyvyys	Kosteuspysyvyys	Häkäpysyvyys	VOC-pysyvyys	Painepysyvyys	Olosuhteet
■ Vantaa, Kaivokselantie 9	1050	98 %	100 %	0 %	- %	- %	- %	96
■ Kaivokselantie 9	1050	98 %	100 %	0 %	- %	- %	- %	96
■ TILA Tilaryhmittä ja tilat	1050	98 %	100 %	0 %	- %	- %	- %	96
■ 1. kerros	490	96 %	100 %	0 %	- %	- %	- %	93
1110.1 Tila	10	100 %	- %	- %	- %	- %	- %	100
1110.2 Tila	10	100 %	- %	- %	- %	- %	- %	100
1110.3 Tila	10	100 %	- %	- %	- %	- %	- %	100
1112.1 Tila	10	100 %	- %	- %	- %	- %	- %	100
1112.3 Tila	10	100 %	- %	- %	- %	- %	- %	100
1113.1 Tila	10	100 %	- %	- %	- %	- %	- %	100
1113.2 Tila	10	100 %	- %	- %	- %	- %	- %	100
1301.1 Tila	10	100 %	- %	- %	- %	- %	- %	100
1301.2 Tila	10	100 %	- %	- %	- %	- %	- %	100

Kuva 12. Olosuhdeosio kertoo kiinteistön olosuhteista, esimerkiksi huonelämpötilojen pysymisestä raja-arvojen sisällä.

Toimivuusosiossa (kuva 13) voidaan tarkastella kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmään tulleita hälytyksiä. Hälytyksille on määritetty kuukausitavoite, joka määrittää arvosanan toimivuudelle. Hälytykset on jaettu toimivuusosiossa kiireellisiin päivystysaikana, kiireellisiin toimistoaikana sekä ei kiireellisiin hälytyksiin, joiden yhteenlaskettu määrä kertoo hälytysten kokonaismäärän ja vertaa sitä tavoitteeseen. Hälytyksiä voidaan tutkia tuntitasolla, mikä tuo hyvää lisäarvoa kiinteistön ylläpidolle. Tällä päästään nopeasti käsi sellaisiin automaatiojärjestelmään pisteisiin, jotka hälyttelevät usein. [26]

Haku

Vuosi Kuukausi Päivämäärä

[Tyhjennä](#) [Tyhjennä](#)

Kohde	Tavoite	Hälytykset yht.	Kiireelliset päivystysaikana	Kiireelliset toimistoaikana	Ei kiireelliset	Toimivuus
[-] Vantaa, Kaivokselantie 9	93	38	0	0	38	98 %
[-] Kaivokselantie 9	93	38	0	0	38	98 %
VAK2.AK2_321_TK3_PDE01_YRH Tulosuodatin		9	0	0	9	-
VAK2.AK2_321_TK3_PDE01_ARH TK3 virtausvahti		8	0	0	8	-
VAK2.AK2_311_TK1_TZA1_H Jäätymisvaara		7	0	0	7	-
VAK1.AK1_LJH_IV01_PE01_ARH IV-verkosto Paine		3	0	0	3	-
VAK2.AK2_321_TK3_TZA1_H Jäätymisvaara		2	0	0	2	-
VAK1.AK1_LJH_SPR_PS01_H Sprinkler painekytin hälytys		2	0	0	2	-
VAK2.AK2_331_TK2_SC01_H Tulopuhallin		1	0	0	1	-
VAK2.AK2_331_TK2_SC01_FH Tulopuhallin		1	0	0	1	-
GW1.GW1_VALVOMO_MODULIVIKA_H Tiedonsiirtovirhe		1	0	0	1	-
GW1.GW1_VALVOMO_TE_ARH Lämpötila		1	0	0	1	-
VAK1.AK1_LJH_SPR_PS02_H Sprinkler painekytin hälytys		1	0	0	1	-
VAK1.AK1_LJH_TV01_PH01_H Paloilmoituskeskus Palohälytys		1	0	0	1	-

Kuva 13. Metrixin toimivuusosio, joka kertoo rakennusautomaatiojärjestelmän hälytysten määrän.

Yleisesti Metrixin suorituskykymittarit antavat helppolukuisen arvosanan kiinteistön talotekniikan toiminnasta etenkin sellaiselle käyttäjälle, joka ei ole harjaantunut talotekniikan asiantuntija. Suorituskykymittarien järkevä toiminta edellyttää sitä, että mittausdata tulee rakennusautomaatiojärjestelmästä sille asetetuin väliajoin katkoksitta, raja-arvot ja tavoitteet on asetettu oikein sekä tarkoituksenmukaisiksi. Tämä tarkoittaa myös työtä kiinteistön ylläpidosta vastaavalta taholta, jotta tavoitteet muistetaan päivittää järjestelmään, mikäli kiinteistön taloteknisiin laitteisiin tulee muutoksia, kuten aikaohjelmamuutoksia. Metrixistä on saatavilla normaalikäyttäjälle yksi raporttimalli, joka kertoo suorituskykymittarien arvosanat ja niiden 10 heikointa laitetta. Raportin voi tulosta yhden tai useamman kuukauden tarkkuudella. Ohjelmiston raportointiominaisuudet sinänsä eivät täytä etävalvonnan IoT-ratkaisuksi tarvittavaa tasoa, mutta se on etävalvontaan toimiva aputyökalu,

jos kiinteistöautomaation pistemassa ei ole erittäin suuri ja edellä mainitut raja-arvot sekä tavoitearvot ovat kunnossa.

6.7 Fidelix Smart IoT

Fidelixin Smart IoT on skaalautuva pilvialusta, jossa laitteet yksinkertaisella lisäosalla keskitettyyn valvomoon. Fidelix tarjoaa valvomo-ohjelmiston palveluna, eikä käyttäjän tarvitse huolehtia sen ylläpidosta kuten perinteisissä paikallisissa valvomokoneratkaisuissa. Smart IoT-pilvialustassa samaan valvomoon voidaan liittää yksittäisiä alakeskuk-sia tai useampia kohteita. Useiden kohteiden hallinta samasta alustasta helpottaa niiden keskenään vertailua sekä nopeuttaa käyttöä.

Smart IoT käy automaattisesti läpi tietoja mittausdatasta, joita esimerkiksi etävalvon-nassa tarkastellaan trendikäyrien perusteella. Ohjelmiston tekoäly osaa raportoida eri-laisista häiriötilanteista, kuten minkä tahansa anturin mittausarvot vaeltavat, verkosto-paine laskee hitaasti, ilmanvaihtokoneiden toiminta ohjauksikäskyjen ja mittausarvojen pe-rusteella, lämmöntalteenoton hyötysuhde on heikko tai rakennuksen energian käyttö poikkeaa sille lasketusta. Lisäksi Smart IoT:hen voidaan liittää Fidelixin EcoSmart-lisä-osa, joka ohjaa muun muassa lämmityskäyriä sääennustepalvelun mukaan ja pyrkii op-timoimaan ilmanvaihtokoneiden käytön tarpeenmukaiseksi esimerkiksi hiilidioksidipoh-jaisella säädöllä. Fidelixin Smart IoT-alustassa voidaan määritellä havaituille häiriöille ehdotettavat korjaustoimenpiteet priorisoituna esimerkiksi energiankulutuksen mukaan. [27]

Pilvipalveluun voidaan useiden kohteiden lisäksi liittää tiedot energiankulutuksista huol-tokirjoista tai energialaitokselta, jonka avulla voidaan yhdistää tietoja ja hallita Fidelix-järjestelmiä helpommin. Etävalvonnan kannalta ratkaisu helpottaisi sellaisten kohteiden etävalvontaa ja energiaseurantaa, joissa on Fidelixin rakennusautomaatiojärjestelmä, kun energiankulutustiedot löytyvät samasta alustasta etävalvottavan kohteen kanssa ja kulutustiedoista voidaan tehdä reaaliaikaisia analyyssejä verrattain kohteen automaa-tiojärjestelmän toimintaan.

7 Tiedonkeruun välineistö (gateway-laitteet)

Gateway-laitteiden pääasiallinen tehtävä on toimia yhteytenä esineille ja asioille, jolla ne voidaan liittää pilvipalveluihin. Esimerkkinä Fidelixin Smart IoT -ratkaisussa alakeskukseen liitettävä GeniLink-moduli toimii pilvialustan ja rakennusautomaation välissä. GeniLink liitetään alakeskukseen ja skannataan siinä oleva QR-koodi, minkä jälkeen laite liittyy automaattisesti Fidelixin EasyGate-pilveen normaalilla verkko- tai mobiiliyhteydellä. Gateway-laitteiden käytössä on oltava huolellinen tietoturvan kanssa, ja esimerkiksi luvussa 8.1 esitetty Tosibox-laite toimii sopivana tietoturvalaitteena rakennusautomaation IoT-ratkaisuihin.

Tiedonkeruulaitteissa voi olla myös itsessään kyky kommunikoida siihen liitettyjen laitteiden kanssa paikallisverkossa sekä tallennustilaa raakadatalle verkkokatkoksien varalta. Langattomissa ratkaisuissa gateway-laitteina toimivat tukiasemat, jotka luovat langattoman liikiverkon, johon sen kantama-alueella olevan langattomat anturit ottavat yhteyttä.

8 Tietoturva

Tietoturva on tärkein yksittäinen asia, joka tulee huomioida, kun laitteiden internet otetaan käyttöön ja laitteet liitetään pilvipalveluihin internetin yli. Useimmiten tietoturvahyökkäykset eivät kohdistu suoranaisesti IoT-laitteisiin vaan niitä käytetään ainoastaan reitinä todelliseen hyökkäyskohteeseen, jolloin niin sanotusta bottiverkosta saadaan voimakkaampi. Haasteena tietoturvalaitteiden ja IoT:n kanssa tulee se, että jotta laitteista saadaan tietoturvallisia, tulee yhteydet katkaista ulkoverkkoon laitteilta mutta kuitenkin sallia verkkoliikenne IoT-alustaan, jotka ovat pilvipalveluissa. Tietoturvalaitteet kuten Tosibox kuitenkin mahdollistavat verkkoliikenteen sallimisen ainoastaan tiettyihin IP-osoitteisiin, joka mahdollistaa tietoturvallisen yhteyden laitteiden ja pilvialustojen välillä. Näissä tapauksissa on kuitenkin saatava yhteistyössä palveluntarjoajalta ne osoitteet, joihin liikenne sallitaan tietoturvalaitteen läpi.

Tietoturvavaihtoehtoja IoT-ratkaisussa on erilaisia, ja ne voivat toimia joko 3G/4G VPN-yhteyksillä tai suojatuilla turvaverkkoyhteyksillä. IoT-laitteiden tietoturva voidaan myös ratkaista luomalla kiinteistön verkon kautta VPN-yhteys, mutta sitä ei usein suosita siitä

johtuen, ettei aina tiedetä, onko kiinteistön oma verkko tarpeellisesti suojattu, ja lisäksi halutaan pitää tekniset laitteet omassa verkossaan.

8.1 Tosibox

Tosibox on suomalainen tietoturvallinen ja patentoitu etäyhteyksratkaisu, jolla voidaan luoda turvallinen etäyhteys laitteiden välille. Yleiset ratkaisut ovat pilvipalveluita, mutta Tosibox on fyysinen laite, joka sisältää 4 verkkoporttia (Tosibox 100 -versio), joihin voidaan kytkeä laitteita. Laite saa yhteyden joko kiinteällä yhteydellä tai vaihtoehtoisesti voidaan käyttää mobiililaajakaistaa. Tosibox-lukko toimii tietoturvana laitteiden ja etäyhteyttä ottavan osapuolen välillä. Yhteyden muodostaminen vaatii verkossa olevan Tosibox-lukon ja toisessa päässä joko fyysisen Tosibox-avaimen, Tosibox SoftKeyn tai Mobile Clientin. Lukko sarjoitetaan yhdelle Tosibox-avaimelle ja sarjoitetulla avaimella voidaan antaa esimerkiksi oikeuksia lukkoon aliavaimille, jos halutaan useammalle käyttäjälle oikeus muodostaa yhteys lukkoon ja siihen liitettyihin laitteisiin. Lukkoon voidaan liittää käytännössä mitä tahansa teknisiä laitteita, kuten kiinteistöautomaatio, kylmäautomaatio, kameravalvonta tai kulunvalvonta joiden, IP-osoitteet voidaan määrittellä siten, että ne näkyvät samassa IP-avaruudessa Tosibox-lukon kanssa.

Näin TOSIBOX® toimii



Kuva 14. Tosibox-laitteen toimintaperiaate pähkinänkuoressa [28]

Yritystasolla useiden jopa satojen Tosibox-lukkojen hallittavuutta helpottaa se, että lukot voidaan sarjoittaa yhdellä pääavaimella, jolloin pysyy tieto siitä, millä avaimella voidaan jakaa käyttöoikeuksia lukkoihin muille avaimille. Lisäksi satojen ja tuhansien lukkojen

hallintaan voidaan käyttää Tosibox-keskuslukkoa, joka toimii kaikkien kohteissa olevien lukkojen yläpuolella. Lukkojen oikeuksia voidaan jakaa keskuslukon kautta ja tehdä esimerkiksi ryhmiä, joissa näkyy vain tietyt lukot valituille käyttäjille.

8.2 Alerta

Telian Alerta Pro on viranomaisten hyväksymä turvaverkkopalvelu palo-, murto- ja kiinteistöautomaatiojärjestelmien hälytysten siirtoon viranomaisen ja palveluntuottajan valvomoon. Alertasta löytyy kolme eri vaihtoehtoa Prime Wireless, Pro Combi ja Pro Multi, joista Pro Multin avulla voidaan hoitaa myös kiinteistöautomaation etähallinnan yhteydet sekä käyttää kyseistä yhteyttä IoT-järjestelmiin. Wirelesin avulla voidaan siirtää hälytykset kiinteistövalvomoon tekstiviesteinä, ja Pro Combissa on valmiudet yhden tai kahden kiinteistöjärjestelmän hälytyksensiirtoon ja etähallintaan. [29] IoT-käyttöön tulee kuitenkin huomioida, että pilvipalvelualustan tarjoajalla tulee olla valmiudet käyttää turvaverkkoa reititystä varten. Turvaverkon käytöstä tulee avaus- sekä kuukausimaksu tiedonsiirtokuluista. Alerta-liittymä on jatkuvasti auki tuotantoalustaan, ja yhteys avataan aina kohteesta tuotantoalustaan päin.

8.3 ipHSJ

Toinen viranomaisvaatimukset täyttävä turvaverkko on Prevent 360 Turvaverkon ipHSJ hälytyksensiirto- ja etäyhteyspalvelu. Prevent 360 vastaa palveluoperaattorina koko turvaverkon toiminnasta, ja sille kuuluu koko tuotantoketju aina asennuksesta ja ylläpidosta hälytyskeskuspäivystäjiin sekä korjaushuoltoon. [30] ipHSJ-liittymissä on samanlainen kustannusperiaate kuin Alertalla, liittymistä on kiinteät kuukausimaksut, IoT käyttöön tarvitaan myös liittymä ja pääte ohjelmistotarjoajalle.

Mikäli turvaverkkoja halutaan hyödyntää IoT ratkaisuihin eivätkä ne ole turvaverkon palveluntarjoaman tuottamia alustoja, tarvitaan saumatonta yhteistyötä turvaverkon ja IoT ohjelmiston palveluntarjoajan sekä kiinteistön omistajan kanssa.

9 Tulokset

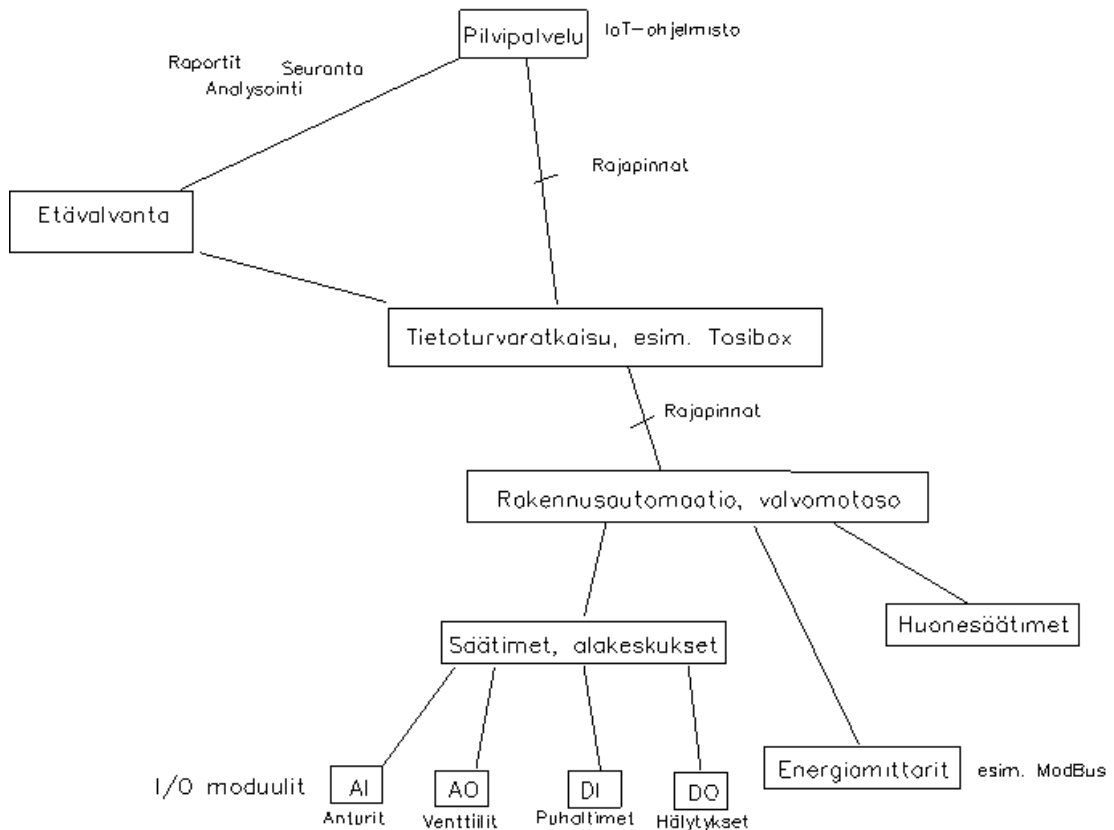
Toimivassa rakennusautomaation etävalvonnan IoT-ratkaisun ohjelmistossa tulisi olla taulukossa 1 esitettyjä ominaisuuksia suurimman hyödyn saavuttamiseksi ja sen tulisi olla liitetty rakennusautomaatiojärjestelmään kuvan 15 tavalla.

Taulukko 1. Rakennusautomaation etävalvonnan IoT ratkaisun ominaisuuksia.

Ominaisuus	Hyödyt
Automaattinen vikojen ja häiriöiden havainnointi ja analysointi	Valmiiksi luotujen, lisättävissä ja muokattavissa olevien häiriösääntöjen perusteella ohjelmisto analysoi kiinteistön toimintaa sekä laskee säästöpotentiaalia havaituille vioille
Priorisointi	Vikojen ja häiriöiden priorisointi luokkiin, vaikutus energiankulutukseen, -kustannuksiin ja olosuhteisiin helpottaa korjauksien järjestämistä tärkeysjärjestykseen
Web-pohjainen vapaasti räätälöitävä käyttöliittymä	Ohjelmiston käyttöliittymä voidaan muokata yrityksen näköiseksi, logot yms. sekä käyttää aloitusnäkyssä käyttäjän haluamia kaavioita ja tietoja.
Avoimuus ja tietoturva	Ohjelmiston tulisi olla avoin liitettäväksi eri rajapintoja käyttäen kaikille yleisimmille rakennusautomaatiojärjestelmille tietoturvallisesti kustannustehokkuuden saavuttamiseksi.
Kustomoitava raportointityökalu	Ohjelmiston tulisi sisältää raportointityökalun, jossa olisi muutama raporttimalli valmiina sekä mahdollisuus muodostaa omia raportteja ja tallennettuja kirjanmerkkejä.
Energianhallinta	Energianhallinta sisältäisi kustannustiedot, energianhinnat toimittajilta sekä mahdollisesti CO ₂ -päästöt
Kiinteistöprofiilit	Usean kiinteistön liittäminen samaan pilvialustaan helpottaisi kohteiden vertailua keskenään.
Hälytykset	Ohjelmisto kerää tietoa eniten hälyttävistä laitteista sekä analysoi niitä yhdistäviä tietoja.
Tehtävänäkymä	Häiriöille ja vioille mahdollisuus lisätä merkintöjä, kuten mitä vialle on tehty tai minkä vuoksi sitä ei ole voitu korjata.

Kehittyneemmässä ohjelmistoversiossa voisi olla lisäksi älykkäitä rakennusautomaation ohjaustoimintoja, kuten sääennustepalveluun pohjautuva ennakoiva lämmitysverkoston säätö ja älykäs ilmanvaihtoverkoston lämmityskäyrän kompensointisäätö perustuen ilmanvaihtokoneiden lämmitysventtiilien asentoihin. Lisäksi ohjelmistossa voisi olla laajennettu käyttäjähallinta, jonka avulla voitaisiin tehdä esimerkiksi erilaisia käyttöliittymiä riippuen käyttäjätasosta, kuten etävalvonta, kiinteistönhuolto ja kiinteistönjohto. Ohjelmisto olisi liitetty rakennusautomaatiojärjestelmään kuvan 15 tavalla tai rakennusautomaatiojärjestelmän lisäosana valvomotasolle.

Rakennusautomaation etävalvonnan IoT ratkaisun järjestelmäkaavio



Kuva 15. Rakennusautomaation etävalvonnan IoT-ratkaisun esimerkkikaavio.

10 Yhteenveto

Työssä pyrittiin löytämään eri vaihtoehtoista IoT-ohjelmistotoimittajaa, jonka ohjelmisto sopisi kaikkiin yleisimpiin rakennusautomaatiojärjestelmiin, jolla voisi tehostaa rakennusautomaation etävalvonnan prosessia. Nykyajan trendien perusteella sekä kiinteistö- ja talotekniikka-alan yleisnäkyvässä on ollut havaittavissa selkeää tarvetta kehittää rakennusautomaation etävalvontatyötä entistä automaattisempaan suuntaan, kuten automaattiseen vika- ja kustannusraportointiin. IoT-ohjelmistojen avulla voitaisiin hallita nykyisiä kohdemassoja huomattavasti helpommin ja tuottaa parempia asiakaskokemuksia.

Rakennusautomaation etävalvonnan kehittämiseksi haettiin ratkaisuja verkkoaineistojen pohjalta sekä nykyisten käytössä olevien ohjelmistojen käyttökokemusten avulla.

Työssä tutkittiin yleisimpiä rakennusautomaatiojärjestelmiä, niiden liitettävyyttä eri ohjelmistoihin sekä rakennusautomaation tietoturvaratkaisuja ja huomioimista IoT-ratkaisuissa.

Työn aikana havaittiin ohjelmistoja olevan saatavilla huomattavasti enemmän kuin ennen työn aloittamista oli tiedossa. Monet ohjelmistoista ovat rakennusautomaatiojärjestelmätoimittajien lisäosia omiin rakennusautomaatiojärjestelmiinsä, ja niiden liittäminen muihin rakennusautomaatiojärjestelmiin voi olla hankalaa tai kustannuksiltaan kallista. Lisäksi ohjelmistojen huomattiin olevan tarjottavana useilla eri lisenssivaihtoehdoilla, joiden eroina olivat yleisesti vain mitattavien pisteiden lukumäärä.

Tavoitteena työlle oli löytää toimivia vaihtoehtoja tiedossa olevista ohjelmistotoimittajista, ja tavoitteeseen päästiin kohtuullisesti löytäen muutamia sopivia ratkaisuvaihtoehtoja rakennusautomaation etävalvonnan prosessin kehittämiseksi kuten Fidelix Smart IoT, Energy Vision NX, Schneider Building Analytics, Facility AnalytiX ja Nuuka. Näistä kuitenkin vain kaksi viime mainittua ovat varmuudella taipuvaisia useammille järjestelmille.

Tutkimus antaa hyvän peruskäsityksen rakennusautomaatiojärjestelmien ja IoT-alustojen nykytilasta sekä yhdistämisestä tehokkaampaan etävalvontaan. Työn avulla voidaan myös huomata, että useat ohjelmistot ovat edelleen niin sanotusti suljettuja ja palvelevat lisäosana tiettyjä automaatiojärjestelmiä. Työ pyrittiin pitämään käytännönläheisenä ja siinä jätettiin tarkoituksella vain pintatasolle eri rajapintojen, avoimen datan sekä väylätekniikoiden tutkiminen, vaikka ne ovatkin kuitenkin lähellä työn aihetta. Lisäksi työssä jäi selvittämättä tarkempi kustannustaso eri ohjelmistotoimittajien ja ristiin liitettävyyden saralla eri järjestelmien kanssa.

Työtä voidaan jatkaa Are Oy:ssä etsimällä sopiva pilottikohde nykyisestä kiinteistömas-
sasta. Pilottikohteen valinnassa on huomioitava kohteen automaatiojärjestelmä, järjestelmän ikä sekä mietittävä, halutaanko lähteä kokeilemaan yleistä ohjelmistoa, joka on taipuva kaikkiin yleisimpiin rakennusautomaatiojärjestelmiin, vai ainoastaan yksittäisen automaatiojärjestelmätoimittajan ohjelmistoa, esimerkiksi Fidelix Smart IoT:tä.

Lähteet

- 1 Tietoa Aresta. 2018. Verkkoaineisto. Are Oy. <<https://www.are.fi/tietoa-aresta/>>. Luettu 14.10.2017.
- 2 Mikä ihmeen IoT? 2017. Verkkoaineisto. Telia Company. <<https://www.telia.fi/yriyksille/pinnalla/internet-of-things>>. Luettu 14.10.2017.
- 3 Sininen Kynä. Internet of Things (IoT) eli Esineiden Internet: Mistä on kyse? 2016. Verkkoaineisto. Sininen Polku. <<https://www.sininen-polku.fi/fi/2016/06/01/internet-of-things-iot-eli-esineiden-internet-mista-on-kyse/>>. Luettu 14.10.2017.
- 4 Tikka Taneli. 2014. Teollinen internet - mikä se on? Verkkoaineisto. Tieto Oyj. <<https://www.tieto.fi/nakemyksia-ja-visioita/teollinen-internet-mika-se-on>>. Luettu 14.10.2017.
- 5 Siitonen Juho. 2016. Digitalosaatio. Verkkoaineisto. Are Oy. <<https://www.are.fi/wp-content/uploads/2016/08/Digitalosaatio-Juho-Siitonen.pdf>>. Luettu 31.8.2016.
- 6 Rakennusautomaatio. 2017. Sähköalan tietokansio. Sähköinfo Oy.
- 7 BACnet avoin rakennusautomaatiojärjestelmä. Verkkoaineisto. VEM Motors Finland Oy. <www.vem.fi/toimialaratkaisut/talotekniikka/bacnet-avoin-rakennusautomaatiojarjestelma>. Luettu 29.10.2017.
- 8 Fidelix FX-2030A Ala-asema. 2017. Verkkoaineisto. Fidelix Oy. <https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/FX2030A_FI.pdf>. Luettu 31.10.2017.
- 9 Fidelix FX-2030A Ala-aseman kuva. 2017. Verkkoaineisto. Fidelix Oy. <<http://www.fidelix.be/ajankohtaista/pix/FX-2030.png>>. Luettu 31.10.2017.
- 10 Fidelix FX-3000-C tuote-esite. 2018. Verkkoaineisto. Fidelix Oy. <https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/FX-3000-C_FI.pdf>. Luettu 7.4.2018.
- 11 Fidelix tuote-esite. 2018. Verkkoaineisto. Fidelix Oy. <<https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/Fidelix-Tuote-Esite-web.pdf>>. Luettu 15.3.2018.
- 12 Schneider EcoStruxure Building Operation Brochure. 8.2.2018. Tuoteseloste. Schneider Electric.
- 13 Markus Sundell. Kiinteistötekniikan hälytysten siirto GSM-puhelimeen tekstiviestinä. Opinnäytetyö. Toukokuu 2017. Luettu 15.4.2018.

- 14 Siemens Desigo Insight valvomo. 2017. Verkkoaineisto. Siemens AG. <http://www.siemens.fi/fi/infrastructure_and_cities/talotekniikka/rakennusauto-maatio/saatolaitteet_ja_jarjestelmat/desigo_insight_valvomo.htm>. Luettu 14.4.2018.
- 15 CentraLine Arena NX tuotetieto. Verkkoaineisto. CentraLine by Honeywell. <<http://products.centraline.com/en/pdf/en0z1024-ge51r1117.pdf>>. Luettu 14.4.2018.
- 16 Trend 963 tuoteseloste. 2017. Verkkoaineisto. Trend Control Systems Limited. <<https://partners.trendcontrols.com/trendproducts/cd/en/pdf/en-ta201186-uk0yr0817d.pdf>>. Luettu 12.4.2018.
- 17 Trend IQVISION tuoteseloste. 2017. Verkkoaineisto. Trend Control Systems Limited. < <https://partners.trendcontrols.com/trendproducts/cd/en/pdf/en-ta201381-uk0yr0917e.pdf> >. Luettu 12.4.2018.
- 18 Trend Energy Manager. Verkkoaineisto. Trentec Trend Control Systems Limited. <<https://www.trentec.fi/upl/website/energianseuranta1/TrendEnergy-Manager6ppFIN.pdf>>. Luettu 12.4.2018.
- 19 Nuuka Solutions. Nuuka Prosessi- ja informaatiojärjestelmä. 2016.
- 20 Ympäristöjohtaminen ja -raportointi. Verkkoaineisto. Granlund Consulting. Granlund Oy. <<http://www.granlundconsulting.fi/palvelut/ymparisto/ymparistojohtaminen/>>. Luettu 11.4.2018.
- 21 Iconics Facility AnalytiX Brochure. 2015. Verkkoaineisto. Iconics. <https://www.elmark.com.pl/uploaded/materialy/iconics/Brochures_product/Facility%20AnalytiX.pdf>. Luettu 14.4.2018.
- 22 Schneider Building Analytics. Verkkoaineisto. Schneider Electric. <<https://buildinganalytics.schneider-electric.com/Home.aspx>>. Luettu 14.4.2018.
- 23 Energy Vision NX. 2018. Verkkoaineisto. CentraLine by Honeywell. <<https://www.centraline.com/arMA/products-docu/special/energy-vision-nx.html>>. Luettu 15.4.2018.
- 24 Siemens Navigator-palvelualusta. Verkkoaineisto. Siemens. <http://www.siemens.fi/fi/infrastructure_and_cities/talotekniikka/digitaaliset_palvelut/navigator.htm>. Luettu 15.4.2018.
- 25 Asiakasreferenssit Kauppakeskus Sello. Verkkoaineisto. Siemens. <http://www.siemens.fi/fi/infrastructure_and_cities/talotekniikka/asiakasreferenssit/sello.htm>. Luettu 15.4.2018.
- 26 Granlund Manager Metrix. Verkkoaineisto. Granlund Oy. <<http://www.granlund.fi/ohjelmistot/metrix/>>. Luettu 14.4.2018.

- 27 Fidelix Smart IoT. 2018. Verkkoaineisto. Fidelix Oy. <<https://www.fidelix.fi/smart-iot/>>. Luettu 15.4.2018.
- 28 How It Works. 2018. Verkkoaineisto. Tosibox Oy. <<https://www.tosibox.com/product/lock-100/>>. Luettu 15.4.2018.
- 29 Telia IoT-ratkaisut, Toimitilapalvelut. 2018. Verkkoaineisto. Telia Oyj. <<https://www.telia.fi/yrityksille/tuotteet/liittymat/iot-ratkaisut/toimitilapalvelut>>. Luettu 15.4.2018.
- 30 Prevent 360. Turvaverkkopalvelut. 2018. Verkkoaineisto. Prevent 360 Turvallisuuspalvelut Oy. <<https://www.prevent360.fi/turvatekniikka-ja-jarjestelmat/>>. Luettu 15.4.2018