

Atte Eronen

BACnet-valvomo-ohjelmistot

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

17.11.2018

Tekijä(t) Otsikko	Atte Eronen BACnet-valvomo-ohjelmistot
Sivumäärä Aika	20 sivua + 1 liite 17.11.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	automaatiotekniikka
Ohjaaja(t)	toiminnanjohtaja Marko Liljendahl lehtori Markku Inkinen
<p>Tämän insinööriyön aiheena oli löytää BACnet-tiedonsiirtoprotokollan korkeimman BACnet Advanced Operator Workstation valvomoprofiilin vaatimukset täyttäviä valvomo-ohjelmistoja ja vertailla niitä niiden ominaisuuksien perusteella. Idea työhön syntyi nykypäivän tarjouspyyntöjen valvomoille asetetuista vaatimuksista.</p> <p>Työssä käydään läpi mikä BACnet on ja mitä kaikkea tämä tiedonsiirtoprotokolla sisältää. Sen lisäksi työssä avataan BACnetin valvomoprofiilit ja niiden erot.</p> <p>Itse valvomo-ohjelmistojen vertailu toteutettiin siten, että B-AWS-profiilin vaatimukset tai vähintään tarjouspyyntöjen vaatimukset täyttäviä valvomo-ohjelmistoja valittiin vertailuun 7 kappaletta ja niitä alettiin vertailemaan eri ominaisuuksien avulla. Pelkästään valvomoprofiilien vaatimusten avulla vertailu olisi ollut liian tasaväkinen, joten vertailuun otettiin mukaan myös muita ominaisuuksia, jotta valvomo-ohjelmistojen erot alkoivat näkymään. Näistä seitsemästä ohjelmistosta tehtiin taulukko, jossa ohjelmistot pisteytettiin suoraan niiden ominaisuuksien perusteella.</p> <p>Työn tuloksia hyödynnetään yrityksessä jolle työ tehtiin ja joitakin valvomo-ohjelmistoja tullaan valitsemaan syvemmän tarkastelun kohteeksi. Itse vertailu- ja valintaprojekti jatkuu yrityksessä demo-projekteilla, kokonaisedullisuuden tarkastelulla ja käyttöliittymien vertailulla.</p>	
Avainsanat	rakennusautomaatio, BACnet, B-AWS

Author(s) Title	Atte Eronen BACnet Management Station Softwares.
Number of Pages Date	20 pages + 1 appendix 17 November 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electricity- and automation technology
Specialisation option	Automation technology
Instructor(s)	Marko Liljendahl, Executive Director Markku Inkinen, Senior Lecturer
<p>The purpose of this study was to find and compare the BACnet Advanced Operator Workstation management station softwares that comply with the B-AWS-profile. The need for the study arose from the requirements set for today's bids.</p> <p>The work goes through what BACnet is and what it is all about in this communication protocol. BACnet's management station profiles and their differences are clarified.</p> <p>The comparison of the control software itself was done with the B-AWS profile requirements or at least with the requirements from invitation to tender. Seven softwares were chosen and compared concerning different features. With operator profile requirements alone, the comparison would have been too compact, so other features were also included in the comparison to allow the differences between control software to start appearing. Of these seven softwares, a table was created, in which the softwares were scaled directly on the basis of their properties.</p> <p>The results of the work will be used in the commissioning company and several softwares will be tested with demo projects, price comparison and user interface comparison.</p>	
Keywords	Building Automation, BACnet, B-AWS

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	BACnet	2
2.1	BACnetin historia	2
2.2	BACnetin tiedonsiirtoprotokollan sisältö	3
2.3	BACnet nykypäivänä	3
3	BACnet-valvomo-sertifikaattien tärkeimmät vaatimukset ja erot	5
3.1	Datan jakaminen	5
3.2	Hälytysten ja tapahtumien käsittely	5
3.3	Aikataulut	6
3.4	Tiedonkeruu	6
3.5	Laitteiden ja verkon hallinta	7
3.6	Yhteenvedo eri profiilien ominaisuuksista	7
4	Tarjouspyyntö ja niiden vaatimukset valvomolle	8
4.1	Tarjouspyyntö	8
4.2	Tarjouspyyntöjen vaatimukset valvomo-ohjelmistolle	9
5	Vertailuun valitut valvomo-ohjelmistot	11
5.1	Siemens Desigo CC v3.0	12
5.2	Honeywell EBI R500.1	12
5.3	Schneider EcoStruxure Building v1.3	13
5.4	Johnson Controls Metasys ADS/ADX v8.1	13
5.5	Tridium Niagara v4.3	14
5.6	Sauter Vision Center v4.0	14
5.7	Kieback und Peter GLT 9 v12.2	15
6	Vertailun tulokset	16
6.1	Vertailun kriteerit	16
6.2	Vertailun tulosten analysointi	16

7	Yhteenveto	18
	Lähteet	20
	Liitteet	
	Liite 1. Vertailun tulokset -taulukko	

Lyhenteet ja käsitteet

Aikaohjelma	Taulukko, jonka avulla laitetta/kojeistoa ohjataan kellonajan ja päivämäärän perusteella
BACnet	Building automation and control network
B-AWS	BACnet Advanced Operator Workstation -valvomoprofiili
Bind	Laitteen kutsumista verkosta. Laite vastaa määrättyllä tavalla.
B-OWS	BACnet Operator Workstation -valvomoprofiili
B-OD	BACnet Operator Display -valvomoprofiili
Client	Asiakas. BACnetissä tarkoittaa sitä laitetta jolta isäntä (Master) kysyy.
HTML5	HTML-merkintäkielen uusi kehitysvaihe
I/O piste	Sisääntulo/ulostulo-piste
Kenttäväylä	Tekniikka, jolla saadaan automaatiojärjestelmän eri osat yhdistettyä toisiinsa. Esimerkiksi Modbus ja M-bus ovat kenttäväyliä.
KNX	Kansainvälinen kenttäväylä, käytetään esimerkiksi rakennusautomaatiossa
LON	Local Operating Network, tiedonsiirtoprotokolla
Master	Isäntä. Laite joka kysyy clienteleita/slaveilta
M-Bus	Meter-Bus. Standardisoitu kenttäväylä mittareiden lukemiseen
Modbus	Sarjaliikenneprotokolla/kenttäväylä, käytetään väylään liitettävissä laitteissa
Slave	Asiakas. Käytännössä sama kuin Client

Trendi Tiedonkeruu. Kaavio tai listaus, jossa seurataan jonkun tietyn arvon kehitystä aikajanalla.

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoituksena on tutkia mikä on BACnet-tiedonsiirtoprotokolla, mitä vaatimuksia on BACnetin valvomoprofiileilla ja mitkä valvomoratkaisut täyttävät ne. Tämän tutkimuksen tuloksien perusteella valitaan muutama eri valvomo-ohjelmisto Marcontrol Oy:lle lisäkartoitusta varten. Näiden ohjelmistojen tulee täyttää BACnet Advanced Operator Workstation -profiilin vaatimukset tai ainakin vähintään nykypäivän tarjouspyyntöjen vaatimukset. Uuden valvomo-ohjelmiston tarve kumpuaa nykyisistä rakennusautomaation tarjouspyynnöistä, joissa valvomolta vaaditaan kyseiseen B-AWS-profiiliin sisältyviä ominaisuuksia. Nykyisellään yritys on siirtymävaiheessa uuteen Siemens Desigo CC -valvomoon vanhasta Siemensin Desigo Insight -valvomo-ohjelmistosta, jonka myynti lopetettiin vuoden 2018 alussa. Tässä vaiheessa on hyvä vertailla myös muiden valmistajien vaihtoehtoja ja löytää paras mahdollinen valvomo-ohjelmisto yrityksen käyttöön.

BACnetin internetsivuilta löytyy kattava listaus B-AWS-profiilin täyttävistä valvomo-ohjelmistoista ja näistä tullaan valitsemaan 5–7 kappaletta vertailuun, jonka avulla tulisi kyetä valikoimaan parhaiten nykypäivän tarjouspyyntöjen vaatimukset täyttävä valvomo-ohjelmisto niin ominaisuuksiltaan kuin käytettävyydeltään. Käytännön kokemusta yritykseltä löytyy Siemensin valvomo-ohjelmistoista, joten muut ohjelmistot ovat uusia tuttavuuksia ja niiden analysointi perustuu täysin internetistä löytyvään tietoon.

Vertailu toteutetaan valitsemalla ominaisuuksia, joita valvomoilta vaaditaan ja jotka parantavat käyttömukavuutta. Näiden ominaisuuksien avulla valitut valvomo-ohjelmistot pisteytetään ja tulosten avulla yrityksessä jatketaan uusien valvomo-ohjelmistojen kartoitusta.

2 BACnet

2.1 BACnetin historia

BACnet on lyhenne ja se tulee sanoista Building automation and control network. BACnet on ollut kehityksen alaisena vuodesta 1987, jolloin sen kehitystyöryhmä Standard Projekt Committee 135P kokoontui ensimmäistä kertaa ASHRAE:n (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) vuosittaisessa tapaamisessa Nashvillessä. BACnet sai alkutaipaleellaan paljon arvostelua ja kyseenalaistusta siitä, että kyseistä standardia ei saada koskaan valmiiksi. Lopulta vuonna 1995 ANSI/ASHRAE Standardi 135 julkaistiin ja BACnet oli virallisesti syntynyt. Vuonna 2003 BACnet sai ISO-standardin. Protokollaa valvoo BACnet International -järjestö, ja tämä järjestö myöntää laitteille ja ohjelmistoille BTL-hyväksynnän, joka tarkoittaa sitä, että laite/ohjelmisto on BACnet-yhteensopiva ja se toimii ristiin kaikkien muiden BACnet yhteensopivien laitteiden kanssa. Järjestön nettisivuilta löytyy listaus, josta löytyy kaikki tämän hyväksynnän saaneet laitteet ja ohjelmistot. [1.]

Ennen BACnet protokollaa rakennusautomaatiojärjestelmät rakennettiin käyttäen vain yhden valmistajan tuotteita, koska BACnetin kaltaista tiedonsiirtoprotokollaa ei ollut olemassa. Valmistajilla oli useimmiten käytössä oma protokolla ja se mahdollisti vain saman valmistajan tuotteiden käyttämisen. Tämä aiheutti sen, että laitteiden vanhentuessa oli hankalaa löytää varaosia, koska protokollat olivat muuttuneet ja uudet laitteet eivät enää olleet yhteensopivia vanhan järjestelmän kanssa. Tämä yhteensopimattomuus taas johti siihen, että järjestelmän eri osien vanhentuessa oli koko järjestelmä pakko uusua, koska yhteensopivuus oli harvinaista.

Tähän ongelmaan BACnet tarjosi kattavan ratkaisun protokollalla, joka mahdollistaa usean eri valmistajan laitteiden ja ohjelmistojen käyttämisen samassa kohteessa. Myös elinkaari on BACnet-järjestelmissä pidempi, koska laitteiden hajotessa löytyy helpommin korvaava BACnet-laite.

2.2 BACnetin tiedonsiirtoprotokollan sisältö

BACnet on tiedonsiirtoprotokolla rakennusautomaatioon. Tiedonsiirtoprotokolla on käytännössä lista erilaisia sääntöjä, joilla määritellään datan liikkuminen tietoliikenneverkoissa. BACnet-protokolla sisältää kaiken käytettävistä kaapeleista käskyjen ja kyselyiden sisältöön. BACnet eroaa muista data-kommunikaatio-protokollista siten, että se on suunniteltu rakennusautomaation tarpeisiin, kuten esimerkiksi miten lämpötila-anturilta saadaan lämpötilamittaus, miten puhaltimen ohjaus tehdään aikaohjelmia hyväksikäyttäen ja miten pumpulta tulee hälytys valvomoon. BACnet pystyy tarjoamaan protokollan kaikkiin rakennusautomaatio-valmistajien tuotteisiin, kunhan ne vain sisältävät BACnetin standardisoimat funktioiden esitystavat. Tuotteiden tulee täyttää BACnetin vaatimukset esimerkiksi analogisille/binäärisille inputeille ja outputeille, aikatauluille, kontrolli-loopeille ja hälytyksille. Esimerkiksi jokaisen analogisen sisääntulon tulee sisältää standardi ominaisuudet, joita ovat arvon tyyppi, anturin tyyppi, sijainti, hälytysrajat jne. Osa näistä ominaisuusvaatimuksista on pakollisia ja osa vapaavalintaisia. Yksi objektien tärkeimmistä ominaisuuksista on sen tunniste, joka on eräänlainen numeraalinen nimi, jonka avulla BACnet pääsee objektin sisään. Tätä kutsutaan BACnet-osoitteeksi. BACnet mahdollistaa siis kommunikaation eri valmistajien tuotteiden välillä, kunhan sen antamat vaatimukset täyttyvät. [2.]

BACnetin viestejä kutsutaan palvelupyynnöiksi. Valvomo-tietokoneelta lähetetään palvelupyyntö serverille, joka käsittelee pyynnön ja toimittaa sen asiakkaalle (client). BACnet sisältää 35 erityyppistä viestiä, jotka on rajattu viiteen ryhmään. Esimerkiksi yksi näistä ryhmistä sisältää viestit objektiin käsiksi pääsyyn ja ylhäällä mainittujen ominaisuuksien muuttamiseen. Yleisin näistä on "ReadProperty" -viesti. Tämä viesti laittaa serverin paikantamaan kysytyn ominaisuuden kysytyltä asiakkaalta ja lähettää takaisin asiakkaan antaman arvon. [2.]

2.3 BACnet nykypäivänä

BACnet on nykypäivänä jo laajalti tunnettu ja siitä on tullut alan standardi, jota suurin osa valmistajista noudattaa. BACnetin avulla eri valmistajien tuotteet ovat yhteensopivia keskenään, ja tämä tuo hyötyjä niin tekijöille kuin loppukäyttäjille.

BACnet rakennusautomaatiossa voidaan jakaa kolmeen eri tasoon. Nämä tasot ovat valvomo-, alakeskus- ja kenttälaitetaso. BACnetin myötä kaikkien kolmen tason laitteita voi teoriassa käyttää ristiin, mutta alakeskustasolla käytännössä jokaisella valmistajalla on yhteistyökumppanit, jotka saavat kyseisiä alakeskuksia tehdä ja niiden ohjelmointiin sekä käyttöönottoon tarvitsee laitevalmistajakohtaisen työkaluohjelman, jonka saa käyttöönsä vain nämä yhteistyökumppanit. Kenttälaitetasolla taas on käytössä vakioviestit, joten eri valmistajien tuotteet ovat yhteensopivia. Myös valvomotaso on useimmiten tehtävissä ilman erillisiä työkaluohjelmia.

Käytännössä yhteensopivuus tarkoittaa sitä, että rakennusautomaatiourakoitsija voi käyttää esimerkiksi kenttälaitteissa eri merkkisiä tuotteita ja käyttää eri valmistajan valvomo-ohjelmistoa. Silti kokonaisuus on täysin yhtenäinen ja mitään ylimääräistä ei tarvitse. Tilajalle tämä näkyy siinä, että urakka on todennäköisesti näin toteutettuna halvempi kuin pelkästään yhden valmistajan tuotteita käyttämällä. Suurin hyöty tästä on esimerkiksi kaupungeille, koska jos aluevalvontajärjestelmä on BACnet-valvomo pystytään jokainen siihen liitettävä kiinteistö kilpailuttamaan erikseen ilman laitevalmistajakoh-
taisia rajoituksia.

Tarjouspyynnöissä on useimmiten erikseen mainittu, että valvomo-ohjelmiston tulee olla BACnet-yhteensopiva ja täten BACnetiä tukemattomia ohjelmistoja on todella vähän enää markkinoilla.

3 BACnet-valvomo-sertifikaattien tärkeimmät vaatimukset ja erot

BACnet sisältää kolme työasema profiilia, joista Advanced Operator Workstation (B-AWS) on korkein. Toiseksi korkein on Operator Workstation (B-OWS), jonka ominaisuuksien ovat rajoitetut verrattuna B-AWS-profiiliin. Viimeinen on Operator Display (B-OD), joka on vieläkin rajoitetumpi ja sisältää käytännössä vain kriittisimmät toiminnot käyttöä varten. [3.]

BACnet Operator Display -profiili on niin rajattu, että sitä ei käsitellä tässä vertailussa. Tämä profiili on tarkoitettu vain rajoitettuun käyttöön esimerkiksi kosketusnäyttöpaneelin kautta, tai käsikäyttöisen päätteen avulla. Tämä soveltuu hyvin pienempiin rakennusautomaatiokohteisiin, mutta niiden valvomo-ohjelmistovaatimukset ovat myös useimmiten suppeammat, koska toimintoja ei tarvitse olla niin paljon kuin suuremmassa kohteessa. [3.]

B-AWS ja B-OWS sisältävät paljon yhteisiä ominaisuuksia ja ero tulee lähinnä siitä, että B-AWS-profiilissa niihin ominaisuuksiin pääsee syvemmin kiinni. [3.]

3.1 Datan jakaminen

BACnetissä tieto liikkuu aina valvomon ja BACnet-laitteiden välillä, ja tälle liikenteelle on omat sääntönsä. B-OWS:ssa riittää, että esimerkiksi lämpötila-anturilta luetaan sen nimi, nykyinen arvo, yksikkö ja laitteen tila. B-AWS:ssa laitteelta luetaan kaikki data mitä saatavilla on.

Myös kirjoitusoikeudessa on sama jako, eli B-OWS pystyy kirjoittamaan muutamiin arvoihin muutoksia, kun taas B-AWS:lla voi lukea ja kirjoittaa kaikkiin arvoihin. [3.]

3.2 Hälytysten ja tapahtumien käsittely

BACnetissä hälytykset ja tapahtumat ovat identtisiä muuten paitsi hälytyksissä on ylimääräinen korvamerkki, joka kertoo, että tapahtuma tulee käsitellä hälytyksenä.

B-OWS:n tulee kyetä tunnistamaan laite, joka aiheutti tapahtuman, näyttää aika, jolloin tapahtuma tuli ja esittää ensimmäiset 32 merkkiä tapahtuman viestistä. Myös objektin hälytysrajoja tulee pystyä muuttamaan.

B-AWS:n taas tulee kyetä tunnistamaan laite, kertomaan laitteen esittämä arvo, joka aiheutti tapahtuman/hälytyksen, kertomaan laitteen tila (hälytystapahtuma, normaaliin palautuminen, vika yms.) sekä esittää jopa 255 merkin viesti tapahtumasta. Tämän lisäksi B-AWS vaatii, että hälytysrajoja ja hälytysryhmiä pystyy muuttamaan ja tiettyjä hälytyksiä myös poistamaan halutessaan. B-AWS myös kerää kaikki tapahtumat ja hälytykset loikiin, josta niitä voidaan tarkastella tarvittaessa myöhemmin. [3.]

3.3 Aikataulut

BACnetissä aikataulut toimivat kaikessa yksinkertaisuudessaan kalenterin avulla, joka ohjaa aikataulutus-objekteja. Aikataulu-objekti sisältää tietyn viikko-ohjelman, josta voi halutessaan poiketa luomalla erityispäiväohjelmia.

B-OWS:ssa riittää, että valvomo osaa näyttää aikataulut ja niitä voi tarvittaessa muokata. B-AWS vaatii, että valvomolla voi luoda kokonaan uusia aikatauluja sekä halutessaan myös poistaa niitä. [3.]

3.4 Tiedonkeruu

BACnetissä tiedonkeruu toimii joko Trend Log tai Trend Log Multiple -objektien avulla, jotka keräävät aikamerkittyä dataa tietyin aikaväleihin tai kun objektin arvo muuttuu. Erona näillä kahdella on se että Trend Log -objekti kerää dataa vain yhdestä laitteesta kun taas Trend Log Multiple kerää dataa useilta eri laitteilta.

B-OWS:ssa riittää, että valvomo kerää datan ja kykenee näyttämään sen. B-AWS:n tulee kyetä luomaan molempia Trendi objekteja ja myös poistamaan niitä. Sen avulla pystyy myös muokkaamaan objekteja ja datan-keruu-parametrejä. [3.]

3.5 Laitteiden ja verkon hallinta

BACnet-valvomo kartoittaa verkosta automaattisesti sieltä löytyvät BACnet-laitteet riippuen valvomo-profiilista.

Käytännössä tämä koskee vain B-AWS-profiilia. Sen tulee kyetä listaamaan kaikki verkosta löytyvät BACnet-laitteet (tai ainakin vähintään ne laitteet, jotka tukevat BACnetin Who-Is/I-Am kyselyä). Tämän lisäksi sen pitää listata kaikkien laitteiden kaikki objektit ja lähettää laitteille uudelleenkäynnistys- ja lopeta -kommunikointikäskyt. [3.]

3.6 Yhteenveto eri profiilien ominaisuuksista

Yhteenvetona todetaan, että B-AWS ja B-OWS -profiilit sisältävät paljon samoja asioita, mutta B-AWS:lla on laajemmat oikeudet objektien käsittelyyn sekä uusien objektien luomiseen ja poistamiseen.

Käytännössä B-OWS -profiilin valvomoilla pystyy lukemaan kaikkia BACnet-objekteja, sekä kirjoittamaan tärkeimpiin objekteihin. B-AWS-profiilin valvomo kykenee myös lukemaan kaikkia BACnet-objekteja mutta tämän lisäksi sillä pystyy myös kirjoittamaan kaikkiin objekteihin ja osan kohdalla myös luomaan uusia.

Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että nykypäivän tarjouspyyntöjä sanatarkasti tulkitessa ainoastaan B-AWS-profiilin täyttävät valvomo-ohjelmistot soveltuvat nykypäivän kiinteistövalvontaan. Useimmiten kuitenkin B-OWS -profiilin valvomoihin on otettu mukaan ne B-AWS-profiilin ominaisuuden mitä nykypäivänä tarvitaan. [3.]

4 Tarjouspyyntö ja niiden vaatimukset valvomolle

Pääsääntöisesti rakennusautomaatiosuunnittelijoita käytetään vain suuremmissa kohteissa ja pienemmissä kohteissa rakennusautomaatiosuunnitelmat tekee useimmiten LVI-suunnittelija, jolloin valvomolle asetetut vaatimukset eivät välttämättä ole niin kattavia kuin rakennusautomaatiosuunnittelijan suunnitelmissa. Rakennusautomaatiosuunnittelijat ovat huomattavasti valveutuneempia siitä mitä nykypäivän kiinteistövalvomolta vaaditaan ja täten myös vaatimukset ovat löytäneet tarjouspyyntöihin. Vaatimukset ovat joissain tapauksissa jopa sellaisia, että niitä ei pysty täyttämään millään ohjelmistolla tai vain yhden valmistajan tuotteella. Tämä sulkee paljon tarjoajia pois tarjouskilpailusta.

4.1 Tarjouspyyntö

Tarjouspyyntö tarkoittaa asiakirjasarjaa, jossa pyydetään hintaa tietyistä kokonaisuudesta. Tarjouspyyntö sisältää suunnitelmat uusien laitteiden osalta, sekä saneerauskohteissa tiedon järjestelmän nykytilasta. Tarjouspyynnön avulla tilaaja kilpailuttaa urakoitsijat ja valitsee parhaiten omiin kriteereihinsä sopivan tarjoajan. Tarjouspyynnössä määritellään usein tarkasti vaatimukset valvomo-ohjelmistolle. Tarjouspyynnön esittää joko suoraan tilaaja, rakennusyritys, joka vastaa kokonaisurakasta tai konsultointiyritys, jonka tilaaja on palkannut kilpailuttamaan urakoitsijat. Joskus tarjouspyyntö on myös vapaampi ja siinä pyydetään tarjousta järjestelmän uusimisesta, mutta urakoitsijalle annetaan vapaat kädet esittää mielestään paras tapa toteuttaa modernisointi.

Tarjouspyynnön asiakirjoihin tutustutaan laskettaessa urakkaa ja lopputuloksena on tarjoushinta, jolla haluttu kokonaisuus voidaan myydä tilaajalle. Useimmiten tarjouspyynnössä pyydetään kiinteähintaista urakkaa, jolloin kaikki kulut tulee olla laskettuna tarjoushintaan. Jos tilaaja hyväksyy tarjouksen, tulee osapuolien solmia sopimus urakasta ja tämä sopimus velvoittaa urakoitsijan tekemään tarjouksen mukaiset työt antamaansa hintaan. Urakkasopimukset perustuvat rakennusurakan yleisiin sopimusehtoihin (YSE 1998), jossa määritellään urakan osapuolten vastuut, velvollisuudet, hintaan liittyvät asiat, aikatauluun liittyvät asiat ja muut olennaisesti urakkaan kuuluvat asiat. [4.]

4.2 Tarjouspyyntöjen vaatimukset valvomo-ohjelmistolle

Yleisimmät vaatimukset tarjouspyynnöissä ovat seuraavat:

- Käyttöliittymä – Käyttöliittymään tulee olla graafinen.
- Manuaaliohjaukset – Käyttäjän tulee pystyä suorittamaan manuaaliohjauksia digitaalisille ja analogisille lähtöliittynnoille.
- Käyttäjätasot – Järjestelmän tulee sisältää ainakin 3 käyttäjätasoa, joiden avulla esimerkiksi käyttäjän objektiin kirjoitusoikeuksia voidaan rajoittaa.
- Asetusarvot – Säättöpiirien asetusarvoja ja muita säätöparametreja tulee pystyä muuttamaan.
- Tiedonkeruu (Trendit) – Tiedonkeruun piirtämiä kaavioita tulee pystyä lukemaan, luomaan ja poistamaan suoraan valvomopäätteeltä.
- Aikaohjelmat – Aikaohjelmia tulee pystyä niin lukemaan, luomaan kuin poistamaan suoraan valvomopäätteeltä.
- Raportointi – Järjestelmästä tulee pystyä ajamaan useita erilaisia raportteja, kuten esimerkiksi energia- ja hälytysraportit.
- Hälytykset ja tapahtumat – Järjestelmä näyttää ja pitää kirjaa tapahtumista sekä hälytyksistä ja huoltoliikkeen halutessa lähettää ne eteenpäin GSM-viestein keskusvalvomoon/päivystävälle huoltomiehelle virka-aikojen ulkopuolella. Hälytysrajoja, hälytysviiveitä ja hälytysluokkia tulee kyetä muuttamaan.
- Etäkäyttö – Suurimmassa osassa tarjouspyynnöistä on myös vaatimus etäkäytölle. Etäkäytön voi toteuttaa suoraan valvomo-ohjelmistolla, tai erillisellä PC-ohjelmistolla.

Vaatimukset vaihtelevat jonkin verran eri suunnittelutoimistojen kohdalla, mutta pääsääntöisesti ne ovat samoja varsinkin suuremmissa kohteissa. Pienemmissä kohteissa vaatimukset ovat useimmiten hieman suppeammat ja esimerkiksi käyttöpäätteeksi riittää

graafinen kosketusnäyttöpaneeli kohteessa. Tässä tapauksessa kuitenkin valvomoksi riittää useimmiten B-OD -profiilin täyttävä valvomo kuten edellä jo mainitsin.

Osassa tarjouspyynnöistä on suoraan vaatimuksena valvomo-ohjelmistolle B-AWS tai B-OWS -profiili ja osassa taas on vaan lueteltuna liuta ominaisuuksia, jotka kuitenkin ohjaavat kyseisten profiilien valvomoiden suuntaan. On olemassa myös valvomo-ohjelmistoja, joilla ei BACnet-profiilia ole, mutta jotka täyttävät tarjouspyyntöjen vaatimukset.

Suurin muutos muutamien viime vuosien sisällä on raportoinnin tarpeen kasvu ja varsinkin energiankulutuksen seuranta auttavien raporttien saatavuus. Tämä johtuu siitä, että kiinteistöjen energiankulutukseen kiinnitetään koko ajan enenevin määrin huomiota ja energiakustannuksia sekä hiilijalanjälkeä pyritään pienentämään. Tämä tuo suuren edun valvomo-ohjelmistoille, joissa raportointi on helposti muokattavaa ja monimuotoista.

5 Vertailuun valitut valvomo-ohjelmistot

Sertifikaatin täyttäviin valvomoihin lähdettiin tutustumaan BACnetin B-AWS-listauksen avulla ja niiden ominaisuuksia käytiin läpi yksi tuote kerrallaan. Suurin valintaan vaikuttanut tekijä oli luonnollisesti tarjouspyynnöissäkkin vaadittujen ominaisuuksien täyttyminen. Osa valituista valvomoista ei täytä B-AWS standardia, mutta sisältää kuitenkin kaikki tarvittavat ominaisuudet. Valinnoissa korostettiin tuotteita, jotka ovat saatavilla Suomen markkinoilla. [5.]

Valitut ohjelmistot ovat seuraavat:

- Siemens Desigo CC v3.0 – Siemensin uudehko valvomo-ohjelmisto. Saanut B-AWS-profiilin sertifikaatin vuonna 2017. [6.]
- Honeywell EBI R500.1 – Honeywellin pitkään markkinoilla ollut ja vaatimukset täyttävä valvomo-ohjelmisto. Uusin versio saanut B-AWS-profiilin sertifikaatin vuonna 2017. [7.]
- Schneider EcoStruxure Building 1.3 – Schneiderin paljon myyvä valvomo-ohjelmisto. Ei täytä B-AWS-vaatimuksia, mutta sisältää kaikki tarvittavat ominaisuudet. Versio 1.3 saanut B-AWS-profiilin sertifikaatin 2013. [8.]
- JC Metasys ADS/ADX 8.1 – Johnson Controlsin valvomo-ohjelmisto joka ei täytä B-AWS-vaatimuksia mutta on kuitenkin riittävä kuten Schneiderkin. Johnson Controlsilla olisi myös B-AWS-valvomo-ohjelmisto, mutta sitä ei ole saatavilla Suomeen. Metasys saanut B-AWS-profiilin sertifikaatin 2016. [9.]
- Tridium Niagara 4.3 – Tridiumin valvomo-ohjelmisto. Saanut B-AWS-profiilin sertifikaatin 2017. [10.]
- Sauter Vision Center 4.0 – Sauterin valvomo-ohjelmisto. Saanut B-AWS-profiilin sertifikaatin vuonna 2016. [11.]
- Kieback und Peter Neutrino GLT 9 v12.2 – Suuri toimija Saksassa. Ei myyntiä Suomessa, mutta otettiin mukaan ihan mielenkiinnosta, koska poikkeaa muista monella osa-alueella. Saanut B-AWS-profiilin sertifikaatin vuonna 2014. [12.]

5.1 Siemens Desigo CC v3.0

Desigo CC on ominaisuuksiltaan erittäin kattava BACnet-valvomo-ohjelmisto ja se täyttää B-AWS-profiilin vaatimukset. Sen ominaisuuksia pystyy helposti valitsemaan/rajoittamaan ostettavien lisenssioptioiden avulla, ja täten se on helppo räätälöidä asiakkaalle sopivaksi. CC:n grafiikoista saa todella näyttäviä, kun niihin käyttää aikaa ja valvomo on hyvin tehtynä käyttäjäystävällinen.

Desigo CC tukee BACnetin lisäksi esimerkiksi Modbus- ja Profibus -integroitumahdollisuuden. Lisäosilla mukaan on otettavissa rakennusautomaation lisäksi monia muitakin kiinteistön osa-alueita kuten esimerkiksi kulunvalvonta tai palovalvonta. [6.]

5.2 Honeywell EBI R500.1

Kauan markkinoilla ollut valvomo-ohjelmisto joka täyttää kaikki B-AWS-vaatimukset. Lisäosilla mukaan voidaan ottaa rakennusautomaation lisäksi kaikki rakennuksen tekniikka kulunvalvonnasta palovalvontaan. Ohjelmisto voidaan laajentaa lisenssionnin avulla jopa 300 000 BACnet-pisteen valvomoksi eli tällä ohjelmistolla pystytään toteuttamaan todella suuria järjestelmiä esimerkiksi kaupunkien käyttöön.

Ohjelmisto tukee BACnetin lisäksi monia muitakin tiedonsiirtoprotokollia kuten jo vanhentunutta LON-protokollaa ja Modbus –sarjaliikenneprotokollaa.

Valvomoon saa liitettyä pilvipalveluita ja se tukee HTML5-kieltä, joka mahdollistaa mobiilikäytön. Valvomo sisältää mielenkiintoisia ohjelmia, joiden avulla pystyy esimerkiksi luomaan ohjeita eri käyttöhenkilökunnalle kuten vartijoille. [13.]

Graafinen käyttöliittymä tässä ohjelmistossa on yksinkertainen ja grafiikkakuvien tekeminen vaatii erillisen ohjelman, joka kuitenkin on nopea käyttää.

5.3 Schneider EcoStruxure Building v1.3

Schneiden EcoStruxure ei täytä B-AWS-profiilin vaatimuksia, mutta on muuten todella monipuolinen valvomo-ohjelmisto ja sillä pystyy toteuttamaan kaikki toiminnot mitä tarjouspyynnöissä vaaditaan. [5.]

Ohjelmisto sisältää suoraan BACnetin lisäksi LON- ja Modbus -tuen. Tukee myös HTML5-kieltä, joka mahdollistaa mobiilikäytön. Graafinen käyttöliittymä on moderni ja selkeä, josta yleisesti loppukäyttäjä pitää. [8.]

Palo- ja turvallisuus -integroinneista ei löytynyt lisätietoa.

Ohjelmistosta oli muutenkin huonosti dokumentteja yleisistä ominaisuuksista, mutta BACnet-objekttilistaus oli saatavilla.

5.4 Johnson Controls Metasys ADS/ADX v8.1

Tämä valvomo-ohjelmisto ei täytä B-AWS-profiilin vaatimuksia, mutta on silti riittävä ominaisuuksiltaan. Johnson Controls tarjoaa myös Facility Explorer valvomo-ohjelmistoa, joka täyttää B-AWS-profiilin vaatimukset. Tätä Facility Exploreria ei kuitenkaan ole saatavilla Suomessa, joten jätin sen pois vertailusta.

Ohjelmisto tukee jopa 3 miljoonaa objektia yhdellä serverillä. HTML5-kielen tuki kaikille erilaisille mobiililiclienteille. Kattavat energiaraportoinnit. Mahdollisuus tehdä 3D-grafii-koita ja muutenkin graafisuus tarkkaan harkittua ja suunniteltua. Loppukäyttäjälle tämä näkyy näyttävinä grafiikkakuvina ja helppona käytönä.

Ohjelmisto tukee väyläintegroinneista LON-protokollaa, mutta muita tuettuja protokollia ei ole. [14.]

5.5 Tridium Niagara v4.3

Valvomo-ohjelmisto, joka perustuu avoimuuteen ja muokattavuuteen.

Täysi HTML5 tuki eli mobiilikäyttö onnistuu. Vapaasti muokattavissa jos Tridium on myöntänyt sertifikaatin Niagaran kehitykseen. Ulkoasu on täysin muokattavissa valikoista grafiikkakuviin. Niagaralla on laaja käyttäjäverkko, joka on suhteellisen aktiivinen ja tukea ongelmiin löytyy sitä kautta aina tarvittaessa. [15.]

Mukaan on mahdollista saada rakennusautomaation lisäksi muitakin kiinteistötekniikkaa kuten palovalvonnan tai kulunvalvonnan.

Ohjelmistossa on paljon integrointimahdollisuuksia, koska se sisältää suoran tuen Modbus-, M-Bus-, KNX- ja LON-protokollille.

5.6 Sauter Vision Center v4.0

Suuriin järjestelmiin (yli 2000 I/O-pistettä) tarkoitettu valvomo-ohjelmisto. Pienempiä järjestelmiä varten Sauterilla on oma valvomotuote, mutta se ei täytä B-AWS vaatimuksia. Asennetaan serverille ja käyttö tapahtuu selaimen kautta. Laajat integrointimahdollisuudet. Ohjelmistossa on universaali käyttöliittymä, eli se sisältää suuren kirjaston eri kieliä. Käyttöliittymä on helppokäyttöinen ja tämän johdosta myös loppukäyttäjien suosiossa. Saatavilla on myös mobiiliapplikaatio jonka kautta pystyy tekemään samoja asioita kuin selainversiossakin. Ohjelmistossa on mahdollista käyttää myös Sauterin tarjoamaa kuukausimaksullista pilvipalvelua jolloin omaa serverikonetta ei tarvita.

Tukee integrointivaihtoehtoja Modbus-, M-Bus- ja KNX-protokollia. [16.]

5.7 Kieback und Peter GLT 9 v12.2

Saksalaisen Kieback und Peterin valvomo-ohjelmisto, joka on todella kattava, mutta vielä tuntematon Suomessa. Täyttää B-AWS-profiilin vaatimukset.

Ohjelmisto sopii moniin eri ympäristöihin ja järjestelmä variaatioihin. Helppo asentaa ja ottaa käyttöön. Mahdollisuus käyttää myös OPC serverinä.

Järjestelmän haavoittuvuus ja turvallisuus on kysymysmerkki. Vain BACnet-integrointiin, ei muita protokollia. Ei tue Windowsia, eli tuki ainoastaan Linux käyttöjärjestelmille. Käyttöliittymä toimii kuitenkin selaimen kautta eli operointi mahdollista myös Windows -käyttöjärjestelmällä.

Käyttöliittymää voi muokata suoraan lennosta loppukäyttäjän maun mukaan, ja se ei vaadi muokkaamiseen erillistä ohjelmaa. [17.]

6 Vertailun tulokset

6.1 Vertailun kriteerit

Vertailua varten tehtiin taulukko, johon kerättiin eri BACnet-valvomovaatimuksia ja muita vaatimuksia, jotka ovat tärkeitä nykypäivänä. Kaikki valitut valvomo-ohjelmistot täyttävät tarjouspyyntöjen vaatimukset, joten listaan kerättiin yksityiskohtaisempia vaatimuksia. Näihin vaatimuksiin kerättiin ominaisuuksia, joiden avulla näkisi erot eri valvomo-ohjelmistojen välillä. Jos vertailu olisi tehty pelkästään BACnet-vaatimusten avulla, olisi ohjelmistojen erot jääneet pieniksi. Vertailuun valittiin myös käyttömukavuutta parantavia ominaisuuksia, kuten monen näytön tuen ja grafiikkakuvien skaalautuvuuden.

Koko vertailutaulukko löytyy tämän työn lopusta liitteenä (liite 1).

Taulukko 1: Vertailun tulokset

	Siemens	Sauter	Honeywell	Tridium	Schneider	JC	Kieback und Peter
Yhteensä	45	43	41	40	33	31	22

Taulukko 1 näyttää vertailun tulokset. Sitä varten kaikkien valvomoiden ominaisuudet käytiin läpi ja niiden avulla ne pisteytettiin sen mukaan, kuinka monta valittua ominaisuutta kyseisestä valvomosta löytyy.

6.2 Vertailun tulosten analysointi

Vertailun tuloksista on pääteltävissä, että Siemensin ja Sauterin valvomo-ohjelmistot ovat toiminnoiltaan kaikkein laajimpia. Tämä ei kuitenkaan ole koko totuus ja esimerkiksi Kieback und Peterin valvomo on 22 pisteestä huolimatta varteenotettava vaihtoehto Marcontrol Oy:n myyntiin, koska se toimii Linux-käyttöjärjestelmissä vähentäen ohjelmiston vaatimaa suorituskykytarvetta. Kyseistä valvomoa ei myöskään tuo vielä kukaan muu Suomeen, joten tämän kaltaiselle hieman kevyemmälle valvomo-ohjelmistolle voisi olla markkinoita.

Pistemääristä huomaa myös sen, että kaikki B-AWS-profiilin valvomot ovat suhteellisen lähellä toisiaan ominaisuuksissa ja kaikilla pystyy toteuttamaan nykypäivän vaatimukset

täyttävät kiinteistövalvomon. Erot tulevat esimerkiksi käyttömukavuutta parantavista asioista kuten esimerkiksi grafiikkakuvien selkeys ja valikkorakenteen sisällä liikkuminen. Nämä ominaisuudet voivat kuitenkin loppukäyttäjälle esiintyä suuressakin roolissa.

Vertailun muihin ominaisuuksiin otettiin mukaan myös vaihtoehdot muuhun käyttöön kuin rakennusautomaatioon ja muut integroinnit BACnetin lisäksi. Näiden kriteereiden takia esimerkiksi Kieback und Peterin Neutrino GLT -valvomo-ohjelmisto menetti paljon pisteitä, koska kyseinen tuote sopii vain rakennusautomaatiovalvomoksi ja siinä ei ole muita integrointimahdollisuuksia kuin BACnet. Tämä ei kuitenkaan useimmiten ole ongelma, koska yleensä muunnos toisesta protokollasta (kenttäväylästä) BACnetiksi tapahtuu jo alakeskuksessa ja valvomo käsittelee vain BACnet-objekteja. Jos kyseiset kriteerit olisi jätetty pois vertailusta, olisivat valvomot olleet vielä tasaväkisempiä keskenään. Tämä tukee myös teoriaa siitä että kaikilla valituilla valvomoilla voi tehdä toimivan ja nykyaikaisen kiinteistövalvomon.

Kenttäväylien liittämistä suoraan valvomoon on hyötyä esimerkiksi silloin, kun kiinteistövalvomoon liitetään sellaisia mittareita tai tiedonkeruulaitteita, jotka eivät muuten liity rakennusautomaatioon. Tässä tapauksessa esimerkiksi sähkömittari voidaan liittää suoraan kenttäväylällä valvomoon ja kerätä mittarin antama data talteen. Nykypäivänä tämä on harvinaista ja kiinteistöt käyttävät yleisesti erillisiä yrityksiä, jotka keräävät dataa kiinteistöistä ja luovat siitä kiinteistön haluamia energianhallintaraportteja.

7 Yhteenveto

BACnet-tiedonsiirtoprotokolla tulee olemaan rakennusautomaatioissa yhä suuremmissa roolissa tulevaisuudessa, ja varsinkin sen valvomoprofiilit määrittävät pitkälti tarjouspyyntöjen valvomovaatimukset. Myös BACnetin mahdollistama eri laitevalmistajien käyttäminen samassa projektissa tulee varmasti yleistymään. Valvomon ja alakeskusten toteuttaminen eri valmistajilla tuo paljon uusia mahdollisuuksia tehdä erilaisia kokonaisuuksia ja tarjoaa paremmat mahdollisuudet kilpailla hinnalla, joka nykypäivänä on yleisesti ottaen tärkein kriteeri urakoitsijavalinnassa.

BACnet-tiedonsiirtoprotokollalla on takanaan tehokkaasti toimiva organisaatio BACnet International, joka valvoo ja tarkkailee BTL-hyväksynnän saaneiden laitteiden ja ohjelmistojen laatua. Tämä jo itsessään takaa sen että myös tulevaisuudessa BTL-hyväksynnän saaneet valvomo-ohjelmistot ovat BACnet-yhteensopivia ja jos ne saavuttavat myös B-AWS-sertifikaatin, ne ovat parhaita mahdollisia kiinteistövalvontaan.

Työssä päästiin hyvään käsitykseen siitä, mikä on BACnet ja mitkä ovat sen vaatimukset eri valvomoprofiileille. Työn aikana selvisi, että BACnet-valvomoita on markkinoilla todella paljon ja jopa korkeimpaan B-AWS luokkaan kuuluvia valvomoita on kymmeniä. Niistä muutaman valvomon valinta vertailuun oli työn suurimpia haasteita ja aiheutti paljon tiedon etsintää, kun piti löytää parhaat ominaisuudet sisältävät ohjelmistot. Loppujen lopuksi vertailuun valitut ohjelmistot olivat melkein kaikki suurien valmistajien tuotteita, joilla on jo laaja kokemuspohja hyvän kiinteistövalvomon tuottamisesta.

Työn tavoitteet täyttyivät hyvin ja suuresta määrästä valvomoita saatiin seulottua muutama selkeästi muista erottuva ohjelmisto. Tätä työtä hyödynnetään yrityksessä, jolle työ tehtiin.

Työn haasteina oli löytää sopivat valvomo-ohjelmistot vertailuun, koska vaihtoehtoja oli todella paljon. Toinen haaste oli valittujen valvomoiden ominaisuuksien löytäminen ja tärkeiden asioiden poiminta vertailuun näistä ominaisuuksista. Mielestäni onnistuin kuitenkin hyvin ja vertailusta tuli kattava otanta ohjelmistojen ominaisuuksista.

Tämän työn johdosta yrityksessä tullaan varmasti ainakin kokeilemaan demoprojektin avulla Sauterin Vision Center valvomoa Siemensin Desigo CC:n lisäksi. Myös muutama muu valvomo esiintyi edukseen, ja vertailun tuloksia tullaan analysoimaan vielä lisää. Työ jatkuu osaltani siten, että alamme selvittämään näiden valvomo-ratkaisuiden kokonaishintoja ja punnitsemme vertailun tulokset uusiksi, kun hintatiedot ovat saatavilla. Tässä työssä ei otettu kantaa hintoihin, ja se oli harkittu ratkaisu.

Lähteet

- 1 Overview. Verkkoaineisto. ASHRAE SSPC 135. <<http://www.bacnet.org/Overview/index.html>>. Luettu 10.04.2017.
- 2 FAQ. Verkkoaineisto. American Society of Heating. <<http://www.bacnet.org/FAQ/HPAC-3-97.html>>. Luettu 10.04.2017.
- 3 What is a B-AWS and Why is it Important? Verkkoaineisto. Alerton. <<https://alerton.com/en-US/support/whitepapers/Documents/MK-WP-BAWS.pdf>> Luettu 15.09.2018.
- 4 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 RT 16-10660. 1998. Rakennustieto Oy. Luettu 23.10.2018.
- 5 BACnet Advanced Operator Workstation BTL Listing. Verkkosivu. BACnet International. <<https://www.bacnetinternational.net/btl/index.php?pr=12>> Luettu 20.09.2018.
- 6 BACnet Testing Laboratories Product Listing Siemens Desigo CC. Verkkoaineisto. BACnet International. <https://www.bacnetinternational.net/btl/listings/siemens/BTL_Listing_30112_Siemens_CC-30.pdf> Luettu 20.09.2018.
- 7 BACnet Testing Laboratories Product Listing Honeywell EBI R500. Verkkoaineisto. 2017. BACnet International. <[https://www.bacnetinternational.net/btl/listings/honeywell%20international/BTL_Listing_30162_HoneywellIII_Honeywelle\(1\).pdf](https://www.bacnetinternational.net/btl/listings/honeywell%20international/BTL_Listing_30162_HoneywellIII_Honeywelle(1).pdf)> Luettu 24.10.2018.
- 8 BACnet Testing Laboratories Product Listing Schneider StruxureWare. Verkkoaineisto. BACnet International. <https://www.bacnetinternational.net/btl/listings/schneider%20electric/BTL_Listing_30091_Schn_B-BC_B-OWS_AS.pdf> Luettu 20.09.2018.
- 9 BACnet Testing Laboratories Product Listing Johnson Controls Metasys Open Data Server. Verkkoaineisto. 2016. BACnet International. <https://www.bacnetinternational.net/btl/listings/johnson%20controls/BTL_Listing_30073_JCI_ODS.pdf> Luettu 24.10.2018.
- 10 BACnet Testing Laboratories Product Listing Tridium Niagara 4. Verkkoaineisto. 2017. BACnet International. <https://www.bacnetinternational.net/btl/listings/tridium/BTL_Listing_30261_TridiumInc_Niagara4BA.pdf> Luettu 24.10.2018.
- 11 BACnet Testing Laboratories Product Listing Sauter AG BACnet native Client for Sauter Vision Center. Verkkoaineisto. 2016. BACnet International. <https://www.bacnetinternational.net/btl/listings/sauter/BTL_Listing_30006_FrSauterAG_BACnetnativeClient.pdf> Luettu 24.10.2018.

- 12 BACnet Testing Laboratories Product Listing Kieback&Peter Neutrino-GLT. Verkkoaineisto. 2014. BACnet International. <https://www.bacnetinternational.net/btl/listings/kieback&peter%20gmbh%20&%20co.%20kg/BTL_Listing_30029_Kieback_NeutrinoGLT.pdf> Luettu 24.10.2018.
- 13 Enterprise Building Integrator R500 Technical Specification. Verkkoaineisto. Honeywell. <<https://honeywell.com/pl/getfile.php?plik=b6463057.pdf>> Luettu 20.09.2018.
- 14 Metasys System Field Equipment Controllers and Related Products Product Bulletin. Verkkoaineisto. Johnson Controls <http://cgproducts.johnsoncontrols.com/met_pdf/12011042.pdf> Luettu 20.09.2018.
- 15 Tridium Niagara 4 Product Services. Verkkosivu. Tridium <<https://www.tridium.com/products-services/niagara>> Luettu 21.09.2018.
- 16 Sauter Vision Center Product data sheet. Verkkoaineisto. Sauter. <https://www.sauter-controls.com/uploads/tx_cabagpdm/1005009.pdf> Luettu 21.09.2018.
- 17 Neutrino-GLT Building Management System data sheet. Verkkoaineisto. Kieback und Peter. <https://www.kieback-peter.de/fileadmin/user_upload/pdf/xx-Prospekte-PDF/04-2006-WB015-EN-lowres.pdf> Luettu 15.10.2018.

	Sie- mens	Honey- well	Schnei- der	JC	Tri- dium	Kieback und Peter	Sau- ter
<u>BACnetin tärkeimmät vaatimukset</u>							
Kustomoitavat tapahtuma/hälytys lokit (AE-ELVM-A)	1	1	1		1	1	1
Hälytysten yhteenveto näkymä (AE-AS-A)	1	1	1	1	1	1	1
Hälytys ja tapahtuma ilmoitukset (AE-N-A)	1	1	1	1	1	1	1
Trendit (T-V-A)	1	1	1	1	1	1	1
Trendien muokkaus (T-AVM-A)	1	1	1		1	1	1
Trendien arkistointi (T-A-A)	1	1	1		1		1
Aikaohjelma näkymä ja sen muokkaus (SCHED-VM-A)	1	1	1	1	1	1	1
Viikottaiset aikaohjelmat (SCHED-WS-A)	1	1	1	1	1	1	1
Varmuuskopiointi ja palautus (DM-BR-A)	1	1	1	1	1	1	1
Automaattinen laitteiden kartoitus (DM-ADM-A)	1	1	1	1	1	1	1
Laitteiden bindaus (DM-DDB-A ja B)	1	1	1	1	1	1	1
<u>Muut ominaisuudet</u>							
Usean näytön tuki	1						1
Rakennusautomaatio	1	1	1	1	1	1	1
Energianhallinta	1	1	1	1	1	1	1
Palovalvonta	1	1			1		1
Kulunvalvonta	1	1			1		1
Kameravalvonta	1	1			1		1
BACnet serveri		1			1		1
OPC DA client	1	1					
OPC DA serveri	1	1			1	1	1
Modbus master	1	1	1		1		1
Modbus slave			1				
M-bus client					1		1
KNX client					1		1
LON client		1	1	1	1	1	1
Profibus client	1						
ODBC liitettävyys		1			1	1	
Windows tuki	1	1	1	1	1		1
IPv6	1	1	1	1	1		1
Natiivi 64-bit	1	1	1	1	1		1
HTML5-tuki		1	1	1	1		1
Pilvipalvelut	1	1	1		1		1
Ohjelmiston päivitys palveluna	1	1	1	1	1		
Jatkohälytykset	1	1	1	1	1	1	1
Mobiili applikaatio	1	1					1
Vektori skaalautuvat grafiikat	1		1	1	1		1

Dynaamiset grafiikat	1	1	1	1	1	1	1
CAD-tiedostojen tuonti	1	1	1	1			1
Ohjaus suoraan grafiikalta	1	1	1	1	1	1	1
Muokkaus online	1			1	1	1	1
Muokkaus etänä	1	1		1	1	1	1
Etsi ja korvaa työkalu	1	1	1	1	1	1	1
Kuvapohjat/esimerkit	1	1	1	1	1		1
Online tuki tekemiseen	1	1	1	1	1		1
Migraatio työkaluja	1	1	1	1	1		1
Automaattinen tapahtumanäyttö	1	1	1				
Trendien vertailutyökalu	1				1		1
Yksityiskohtainen loki	1	1		1			1
Online tuki käyttöön	1		1	1		1	1
Massailmoitukset	1	1					
Makrot	1						
Reaktiot	1						
Yhteensä	45	41	33	29	40	22	43

