



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KIINTEISTÖAUTOMAATIO- JÄRJESTELMÄN PERUSTA- MISEN SELVITYS

Mondi Powerflute Oy

TEKIJÄ/T:

Heikki Räisä

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Heikki Räisä	
Työn nimi Kiinteistöautomaatiojärjestelmän perustamisen selvitys	
Päiväys 13.12.2021	Sivumäärä/Liitteet 37
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Mondi Powerflute Oy	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö tehtiin yritykselle Mondy Powerflute Oy. Yritys tuottaa neitseellistä aallotuskartonkia ja tehdas sijaitsee Sorsasalossa Kuopiossa.</p> <p>Työn aiheena oli tarkastella mahdollisuutta käyttää kiinteistöautomaatiota tehtaan eri alueisiin ja rakennuksiin. Työssä käydään lävitse yleisiä kiinteistöautomaation väyliä ja laitteistokantaa, jota automaatiossa nykyisin käytetään. Lait ja säädökset tarkasteltiin niiltä osin, jotka vaikuttavat mahdollisten remonttien, sekä uudisrakentamisen yhteyteen toteutettavien automaatioiden lisäämiseen.</p> <p>Työssä tutkittiin tehtaan eri alueiden mahdollinen liittäminen kulutusjousto, sekä mahdolliseen akkupohjaiseen sähkövarastoon. Työssä tarkastetuilla asioilla on yhteys tulevaisuudessa lisääntyvissä määrin tarvitsemaan energian kulutuksen tasaamiseen ja kiinteistöjen energian käytön ohjaamiseen ja tarkkailuun.</p> <p>Työn tuloksena saatiin tarkasteltua tehtaan eri alueiden laitteiden mahdollista liittämistä kiinteistöautomaatioon ja havaittua niiden tarvitsevan uudistamista, jotta tämä olisi mahdollista. Uudistuksien avulla mahdollistetaan valaistuksen ja ilmanvaihdon energiankulutuksen seuranta, kuntoa, sekä ohjaus- ja säätömahdollisuutta. Säätojen ja ohjauksien avulla voidaan mahdollistaa tehtaan liittäminen kantaverkon kulutusjousto kiinteistösähköistyksen osalta.</p>	
Avainsanat Automaatio, kiinteistöautomaatio, kulutusjousto, energia	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Energy Engineering	
Author(s) Mr. Heikki Räisä	
Title of Thesis Report on Establishing Building Automation	
Date 13 December 2021	Pages/Appendices 37
Client Organisation /Partners Mondi Powerflute Oy	
<p>Abstract</p> <p>The thesis was commissioned by Mondi Powerflute Oy which is a factory located in Sorsasalo, Kuopio. The factory manufactures high quality, semi-chemical fluting.</p> <p>The aim of this thesis was to find out how it would be possible to use building automation in different areas and buildings in the factory. In this thesis the usual building automation bus systems and components are reviewed. The laws and regulations for renewal and new building projects regarding building automation were reviewed.</p> <p>In this thesis it was studied how demand response of electricity could be integrated to different areas of factory and the possibility of using a battery-based electricity storage. They have a connection to the balancing of energy consumption in the future and the observation of building energy efficiency.</p> <p>As a result of thesis information was obtained about different devices from factory areas and it could be seen that there renewals to the existing equipment should be made. After renewals it would be possible to connect lights and ventilation machines to building automation. This would bring the opportunity to adjust, control and monitor these devices and connect them to demand response.</p>	
<p>Keywords Automation, building automation, demand response, energy,</p>	

ESIPUHE

Haluan kiittää työnantajaa ja raportin toimeksiantajaa Mondi Powerflute Oy:tä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyöni heille ja samalla työskennellä sähköautomaatio-osaston esimiehenä.

Kuopiossa 13.12.2021

Heikki Räisä

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	8
2	RAKENNUS- JA KIIINTEISTÖAUTOMAATIO YLEISESTI	9
2.1	Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne	9
2.1.1	Hallintotaso	10
2.1.2	Valvomotaso	10
2.1.3	Kenttätaso	10
3	KENTTÄVÄYLÄT KIIINTEISTÖAUTOMAATIOSSA	10
3.1	Modbus-väylä	11
3.2	BACnet-Väylä.....	12
3.2.1	Teknologia.....	12
3.2.2	Fyysinen kerros.....	12
3.2.3	Verkkokerros	13
3.3	DALI-väylä	13
3.4	KNX-väylä.....	14
4	SIEMENS KIIINTEISTÖAUTOMAATIO	15
4.1	Suunnittelu ja tarjouskyselyt.....	15
4.1.1	Valvonta-alakeskuksen sijainnit ja merkintä	15
4.2	Laitteisto	16
4.2.1	PXC-automaatioyksiköt	17
4.2.2	TXM-I/O moduuli	17
4.2.3	TX1.IBA moduuli	18
4.2.4	Huonesäätimet.....	18
4.3	Desigo CC	19
4.4	Ohjelmointi.....	19
5	MONDI POWERFLUTE OY.....	21
5.1	Käyttökohteet ja rakennukset Mondin Powerflute Oy.....	22
5.2	Tuotevarasto	22
5.3	Voimala.....	23
5.3.1	Kattila-alueen prosessitilat	23
5.3.2	Turbiinisali	23
5.3.3	Sähkötilat	23

5.4	Tehdasrakennus	24
5.4.1	Toimistotilat.....	24
5.4.2	Tehdassali	25
5.5	Kuorimo	25
5.6	Liettäminen.....	26
6	LAIT JA SÄÄDÖKSET RAKENNUSTEN AUTOMAATIO- JA OHJAUSJÄRJESTELMISTÄ.....	26
6.1	Standardien vaatimukset korjaus- ja muutostöissä	26
7	KULUTUSJOUSTO, SÄHKÖVARASTOT JA AURINKOENERGIA	28
7.1	Kulutusrakennuksen mahdollisuus Mondin Powerflute Oy	29
7.1.1	Kulutusrakennukseen mahdolliset liitettävät laitteistot	30
7.2	Akkuteknologialla oleva sähkövarasto.....	31
7.2.1	Sähkövaraston kustannukset ja hyödyt.....	31
7.3	Aurinkosähköjärjestelmä	32
8	POHDINTA.....	33
	LÄHTEET	35
	LIITE1: LAKI RAKENNUKSIEN VARUSTAMISESTA SÄHKÖAJONEUVOJEN LATAUSPisteillä JA LATAUSPistevalmiuksilla sekä Automaatio- ja Ohjausjärjestelmillä (Finlex 733/2020).....	37

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on suunnattu yrityksen Mondi Powerflute Oy:n käyttöön. Työssä tutkitaan mahdollisuutta liittää tehtaan rakennuksien osa-alueita kiinteistöautomaatiojärjestelmään. Tarkoituksena on luoda pohjatietoja automaatiolle, jota voidaan tulevaisuudessa hyödyntää koskemaan useampaa osa-aluetta tehtaalla. Tämä saadaan mahdolliseksi, kun uudistuksia tehdään niin remonttien kuin uudisrakentamisen osalta.

Työssä ei suunnitella yksityiskohtaisesti, kuinka järjestelmä toteutetaan, vaan tarkastellaan kiinteistöautomaation mahdollista toteutusta, sekä luodaan pohjaa tulevaisuuden mahdollisille hankkeille. Yhtenä osana käydään lävitse lakien ja standardien vaatimukset korjaus- ja muutostöihin, joita tulee huomioida yleisesti rakentamisessa ja samalla voidaan peilata, kuinka nämä olisivat toteutettavissa automaatiolla. Työn tarkoituksena on siis tutkia mitä hyötyä järjestelmä toisi niin infran kunnossapitoon ja ohjaukseen, kuin tehtaalla työskenteleville työntekijöille.

Tarkasteltavan laitteiston osalta on sovittu, että toimittajana on Siemens Oy, jota myöhemmin työssä kutsutaan myös toimittajaksi. Toimittajalta on saatu aineistoa työhön tarjouskyselyjen ja energiakatselmusten kautta. Yrityksellä on kyseisen toimittajan automaatiota käytössä prosessissa, sekä toimittaja on laajalti tunnettu. Laitteiston toimittajan valinta pohjautuu tähän, sekä toimittajalla on myös valmiita referenssikohteita kulutusjoustoon liitettävien automaatioiden toimittamisesta, jota tarkastellaan osana työtä.

2 RAKENNUS- JA KIINTEISTÖAUTOMAATIO YLEISESTI

Kiinteistöautomaation tehtävä on valvoa ja ohjata kiinteistön toimintaa esimerkiksi valaistuksen, ilmastoinnin ja lämmön osalta. Tätä voidaan laajentaa myös koskemaan kiinteistön turvallisuuteen liittyvillä ratkaisuilla, joihin yleisesti kuuluu paloilmaisimet, hälytysjärjestelmät, kulunvalvonta ja kamerajärjestelmät.

Automaatiojärjestelmän rakentamisen etuina on kiinteistön energiankulutuksen seuraaminen ja energiankulutuksen säästöt oikeanlaisella ohjauksella. Tämä myös edesauttaa rakennuksessa viihtymisessä oikeanlaisen ilmanvaihdon, valaistuksen ja lämmön säätämisessä. Turvallisuutta voidaan parantaa erilaisten hälytyksien ja kulunvalvonnan kautta. (Piikkilä, Sahlstén, & Karppinen 2017, 9.)

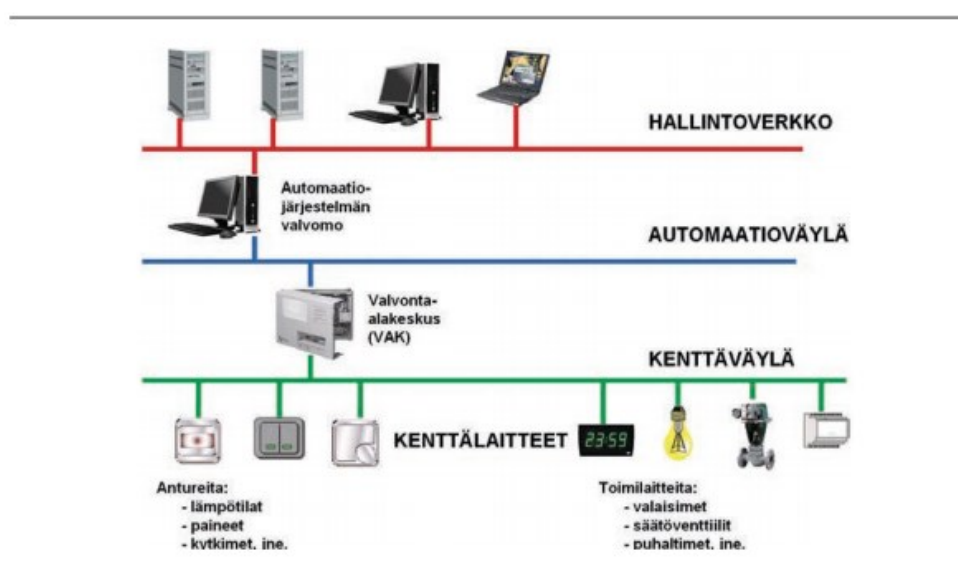
Tässä työssä tarkastellaan kohteen osalta valaistuksen ohjausta sekä mahdollisuuksia liittää lämmitys ja ilmanvaihto rakennusautomaatiojärjestelmään kyseisessä kohteessa.

Tarkastelun kohteena on useamman rakennuksen liittäminen automaatioon, jolloin kokonaisuus on niin laaja, että voidaan puhua kiinteistöautomaatiosta. Kiinteistöautomaatio ohjaa useasti nykypäivänä myös sähköauton latauspisteitä ja mahdollistaa kulutusjoustop hyödyntämisen automaatioon liitettyjen laitteistojen osalta.

Työssä tarkastellaan mahdollisia alakeskuksien sijainteja tehdasympäristössä ja kiinteistökohtaisen valvomon perustamista. Tulevaisuudessa web-pohjainen erillinen hallintoverkon rakentaminen olisi järkevin ratkaisu, koska järjestelmää tulisi käyttää useampi henkilö.

2.1 Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne

Rakennusautomaatiojärjestelmä koostuu erilaisista hierarkkisista tasoista (kuva 1). Nykyisin käytetään yleensä kolmea tai neljää eri tasoa, jotka ovat hallintojärjestelmä, valvomo-, alakeskus- ja kentälaitetaso. Tasot yhdistetään aina jonkinlaisella tiedonsiirtoratkaisulla toisiinsa. (Piikkilä ym. 2017, 10.)



KUVA 1. Perinteinen rakennusautomaation hierarkkinen rakenne (Piikkilä ym. 2017, 33.).

2.1.1 Hallintotaso

Hallintatason tehtävänä on toimia linkkinä keskusvalvomon tai valvomoiden välisessä tiedonkeruussa muihin tietojärjestelmiin. Verkossa käsitellään raporttietoja ja laskennassa hyväksi käytettävää tietoa, jota kerätään kiinteistön eri alueilta. Yleisesti käytetään fyysisenä verkkona kiinteistön lähiverkkoa yhdistämään tietokoneet toisiinsa.

Nykyään käytetään myös paljon etävalvontaverkkoa, joka hallintoverkon kautta yhdistää käyttäjän valvomoihin ja alakeskuksiin. Tämä voidaan toteuttaa monella eri tavalla, kuitenkin yleensä toimittajalla on valmiina oma järjestelmänsä tämän luomiseen. (Piikkilä ym. 2017, 10,33,155.)

2.1.2 Valvomotaso

Valvomotason järjestelmänä käytetään perinteistä PC-laitteistoa, jolla automaatioväylän kautta ohjataan ja valvotaan alakeskuksia. Käyttöliittymät ovat nykyään useimmiten graafisia liittymiä, jotka voidaan muokata asiakkaalle sopivaksi. Nykyään myös internetin yli toimivat valvomot ovat yleistyneet.

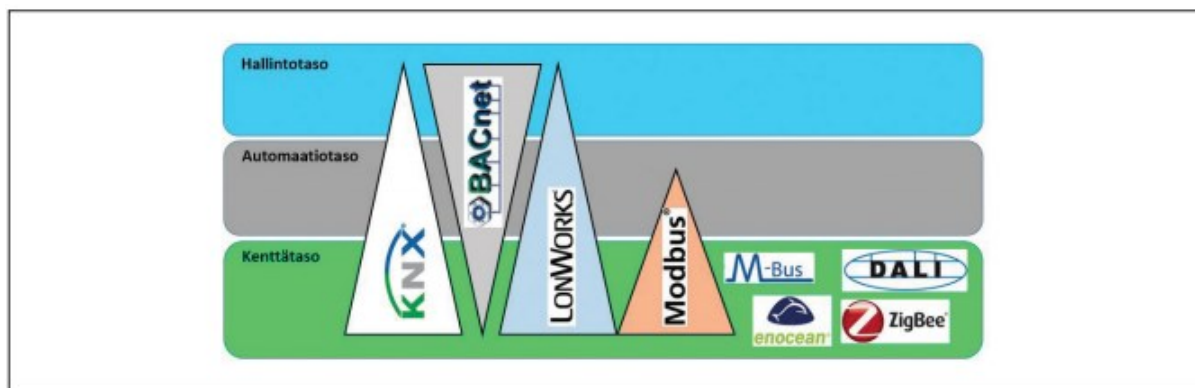
Automaatioväylä, jolla valvomo ja alakeskus yhdistetään ei välttämättä tarvitse topologiaaltaan olla väylä, mutta monien valmistajien käyttämät EIA-485-standardin mukaiset komponentit edellyttävät väylätopologiaa. Tämä siis on valmistajakohtainen määrittely, kuinka alakeskukset yhdistetään valvomoon. (Piikkilä ym. 2017, 10,11,154.)

2.1.3 Kenttätaso

Kenttätasolla toimivat laitteet lähettävät tai vastaanottavat viestejä joko kenttäväylän kautta digitaalisesti, tai yhdistettynä omalla kaapelillaan alakeskukseen jännite- tai virtaviestillä. Nämä viestit ovat hyvin standardoituja, jolloin eri valmistajien laitteet pystyvät kommunikoimaan keskenään. Kenttätason ohjauslaitteita voivat olla esimerkiksi valaisinkytkimet, lämpötilamittaus, ilmanlaadun mittaus, ilmanpainemittaus, virtausmittaus ja valoisuusmittaus. Näillä voidaan ohjata vastaavasti ilmastoinnissa tulo- ja poistoilmaa säätäviä laitteita tai valaistuksessa valaisimia. (Piikkilä ym. 2017, 10-11,33.)

3 KENTTÄVÄYLÄT KIIINTEISTÖAUTOMAATIOSSA

Kenttäväylät toimivat automaation eri tasoilla (kuva 2), tiedonsiirron ja kommunikoinnin välineenä. Tärkeää kenttäväylän valinnassa on huomioida laitteiden yhteensopivuus kyseisessä sovelluksessa ja tasolla. Tässä täytyy myös huomioida, onko järjestelmä tarkoitus luoda suljetuksi kokonaisuudeksi vai käytetäänkö hajautettua järjestelmää, jossa useampi eri toimija. Usein suljetun järjestelmän hankinta on edullisempi kuin usean hajautetun järjestelmän kokonaisuus, mutta tällöin olet sidottu hankkimaan kyseisen järjestelmän komponentteja tulevaisuudessa toimivuuden varmistamiseksi. (ST 701.60 Talotekniikan kenttäväyläteknikka. Peruskäsitteet ja suunnittelun perusteita. 2016, 1-2.)



KUVA 2. Kenttäväylät eri automaatiotasoilla. (ST 701.60 Talotekniikan kenttäväyläteknikka. Peruskäsitteet ja suunnittelun perusteita. 2016, 4.)

3.1 Modbus-väylä

Modbus on Modicon Oy:n ja nykyisin Schneider Electric yhtymän tavaramerkki, joka myös ylläpitää sen standardia. Modbus on sovelluskerroksen viestintään tarkoitettu protokolla, jolla saadaan kytkettyä laitteet asiakas ja palvelin tyylisellä yhteydellä toisiinsa. Koska protokolla on hyvin yksinkertainen, on siitä tullut teollisuudessa hyvin suosittu sarjapohjainen viestintäprotokolla jo vuodesta 1979. (Hersent, Boswarthick, & Elloumi 2012, 80)

Modbus toimii tyypillisesti joko RS-232, RS-442 tai RS-485 liitännöillä. Näistä RS-232 ja RS-442 ovat kaksipisteyhteys (Point-to-Point) sarjaliityntöjä, jossa RS 442 on uudempi ja parannettu versio edellisestä. RS 485 on sarjaliikenneväylä, jolla voidaan liittää useita laitteita samanaikaisesti samaan väylään eli toimii monipisteyhteys (Point-to-Multipoint) periaatteella. Vuonna 1999 julkaistu Modbus/TCP määritelmä on tuonut IP-osoitteellisen toiminnan verkkokerrokseen Modbus-kehyksille. (Piikkilä ym. 2017, 140-141.)

Modbus laitteet kommunikoivat isäntä-renki-protokollan periaatteella, jossa isäntälaitte aloittaa kyselyn. RS-232 väylässä voi olla vain yksi isäntälaitte ja yksi renkilaitte. RS-485 väylässä isäntälaitteita voi olla yksi ja renkejä 31 kappaletta, mutta renkien yksilöllinen osoitteisto voi olla välillä 1 ja 247. Osoite 0 on tarkoitettu monilähetys osoitteeksi, jolla isäntä lähettää kyselyn. Monilähetys kyselyssä renki ei vastaa kyselyyn vaan toteuttaa isännän komennon. Yksilöllisessä kyselyssä laitteet aloittavat toiminnan kyselyn määrittelemällä tavalla ja palauttavat tiedon takaisin isäntälaitteelle kyselyn perusteella. (Piikkilä ym. 2017, 141.)

Halutessaan yhteen isäntään liitettävän enemmän renkejä kuin 31 kappaletta, joudutaan käyttämään toistimia johtuen verkon sähköisestä ominaisuudesta. Toistimilla saadaan siis käyttöön jokaisen 32 laitteen jälkeen saman verran renkejä osoitteeseen 247 asti. (MODBUS over serial line specification and implementation guide V1.02, 27-33.)

Häiriösuojauksen kannalta on Modbus-väylässä käytettävä terminointia eli päätevastuksia ja kelluvaa maadoitusta, jossa verkko maadoitetaan vain yhdestä pisteestä. Runkokaapeli päätetään molemmista päistä yleensä 120 ohmin tai 150 ohmin päätevastuksella ja maadoitetaan isännän päästä. (MODBUS over serial line specification and implementation guide V1.02, 28.)

3.2 BACnet-Väylä

BACnet eli Building Automation and Control Network (rakennusautomaatio ja ohjausverkko) on väyläteknikkaa, jota on kehitetty jo vuodesta 1987. Vuonna 1995 BACnet määriteltiin ANSI-standardiksi (ANSI/ASHRAE standardi 135) ja vuonna 2003 myös ISO-standardiksi (ISO 16484-5). BACnet on ollut rakennusautomaatio käytössä jo vuodesta 1995 ja sen käyttö on kasvanut nykyaikana muiden väyläteknikoiden rinnalla. (BACnet Overview julkaisuaika tuntematon.)

BACNet-protokollan soveltaminen on hyvin laaja-alainen, sen yleisimmät sovellusalat sisältävät LVI-tekniikan ohjauksien alueet, sekä valaistusohjaukset, palohälytykset ja valvontajärjestelmät. BACnet on yksi suosituimmista automaatio- ja ohjausprotokollista, joka on otettu käyttöön useiden johtavien automaatiotoimittajien kuten Siemens Building Technologies, Johnson Controls, Teletrol Systems, @IC, TAC, KMC Controls, American Auto-Matrix, Contemporary Controls Ltd, Reliable Controls. (Hersent ym. 2012, 73)

BACnet vaatii aina laitetoimittajan tuoteselosteen ominaisuuksistaan eli PICS-dokumentin (Protocol Implementation and Conformance Statement). Tämä on välttämätön dokumentti järjestelmänhallinnan kannalta, jotta laitteisto saadaan yhdistettyä automaatiolaitteistoon. (BACnet PICS julkaisuaika tuntematon.)

3.2.1 Teknologia

BACnet:n toiminta perustuu OSI-mallin neljän toimintakerroksen arkkitehtuuriin, jotka ovat fyysinen, siirtoyhteys-, verkko- ja sovelluskerros. Esitystapakerroksessa käytetään ASN.1 tietojenkäsittelyä, jolla määritellään kaikkien tietorakenteiden ja sanomien sovellusprotokollat. ASN.1 on määritelty standardissa ISO/IEC 8824 ja on laajalti teleliikennekäytössä, sekä sitä käytetään määrittelemään tarkasti tietorakenteet ja toiminnalliset alkeistiedot. Tämän tuloksena viestit voidaan välittää käytännössä katsoen minkä tahansa linkkikerroksen päälle, käyttämällä BACnet-verkkokerroksen tarjoamia mukautuvia toimintoja. (Hersent ym. 2012, 46-47; ST 701.60 Talotekniikan kenttäväyläteknikka. Peruskäsitteet ja suunnittelun perusteita. 2016, 4.)

3.2.2 Fyysinen kerros

Fyysistä kerrosta käytetään kahden laitteen välisessä tiedonsiirrossa. BACnetin ylemmät kerrokset ovat riippumattomia taustalla olevasta fyysisestä kerroksesta, joka helpottaa verkon käyttöönottoa suosituissa verkoissa. BACnet:n fyysiset kerrokset on määritelty seuraaviin viiteen vaihtoehtoon, joita tarvitaan tiedonsiirrossa.

Vaihtoehto 1. Ethernet, jonka kansainvälinen standardiversio on ISO 8802-3. IP-tunnelointi on määritelty BACnet-reitittimien lohkoihin IP-verkon yli toimimiseen tai BACnet TCP/IP-protokollassa laitteet ovat IP-osoite tietoisia ja voivat kommunikoida suoraan IP-verkkojen ylitse. Siirtonopeudet ovat 10,100 tai 1000 Mbps.

Vaihtoehto 2. ARCNET eli vertaisverkon vuoronsiirtoperiaate standardeissa ATA/ANSI 878.1, ISO 8802-2 tyyppin 1 protokolla. Siirtonopeudet ovat 150 kbps – 7,5 Mbps välillä.

Vaihtoehto 3. RS-485 liityntä, jossa isäntä-renki vuoronsiirtoperiaatteen protokolla, joka on suunniteltu erityisesti rakennusautomaatioon ja ohjauslaitteille osana BACnet-standardia. Liitynnässä voidaan käyttää siirtonopeuksia 9,6 kbps, 19,2 kbps, 38,4 kbps ja 76,8 kbps.

Vaihtoehto 4. RS-232 liityntä BACnet eritellyllä isäntä-renki yhteydellä, jolla luodaan PPP-protokollaliityntä. Tällä luodaan yhteys suoraan kahden verkkolaitteen välille. Ensisijaisena käyttönä on ollut puhelinverkko- ja modeemiyhteydet, mutta voidaan käyttää myös laajakaistayhteydellä.

Vaihtoehto 5. Valtuutettu siirto LAN-verkossa ja LonWorks/LonTalk joka on eniten levinyt kiinteistöautomaatioon. Standardoitu protokolla ANSI:n ja CEN:n toimesta. Siirtonopeudet 78 tai 1,25 Mbps. (Piikkilä ym. 2017, 128.)

Vuodesta 2008 on lisätty BACnet:n yhteensopivuus langattomaan ZigBee® protokollaan (Hersent ym. 2012, 47).

3.2.3 Verkkokerros

BACnetissä tiedonkulku on aina laitteiden välistä ja tiedonkulkureittejä vain yksi, joten erillistä reititystä ei tarvita silloin kun kyseessä on yksittäinen BACnet-verkko. Tämän tyyliässä verkossa verkkokerroksen toiminto on joko kokonaan tarpeeton tai tehtävät suoritetaan samalla tavalla kuin siirtoyhteyserroksessa. Kuitenkin jos kahden erillisen BACnet-verkon välillä tapahtuu tiedonsiirtoa, täytyy verkkojen laitteiden MAC-osoitteiden tunnistusasetuksien olla erilaisilla määrittelyillä, jotta laitteet että verkot voidaan erottaa toisistaan. (SFS-EN ISO 16484-5: Building automation and control systems, Part 5: Data communication protocol 2004, 13.)

BACnet TCP/IP protokollaa on hyvä käyttää, kun siirrettävää tietoa on paljon, esimerkiksi reitittimien ja alakeskuksien välillä. Siinä laitteille määritellään oma IP-osoite ja sisäverkon osoitevaruus. Tämän avulla sitä pystytään käyttämään jo valmiiksi rakennetussa lähiverkossa, jossa BACnet-väylä on rakennettu omilla reitittimillään. (Piikkilä ym. 2017, 10,126.)

3.3 DALI-väylä

DALI (Digital Addressable Lightning Interface) on digitaalinen valaistuksenohjausjärjestelmä, joka on väyläpohjainen ja valmistajasta riippumaton. Järjestelmä perustuu standardeihin EN 62368 ja EN 60929. Nämä standardit koskevat valaisimien liitäntälaitteita, jolloin on mahdollista, että valmistajan ohjausjärjestelmissä voi olla eroavaisuuksia. Standardit määrittelevät laitteiden väyläliittymän ominaisuudet ja induktiivisten kuormien yhteensopivuudet. (Piikkilä ym. 2017, 147.)

DALI-järjestelmä voi toimia myös täysin itsenäisesti, eikä sitä ole pakko liittää erilliseen automaatiojärjestelmään. Prosessori ja väyläsovitin voivat ohjata valaistusta täysin itsenäisesti, prosessorille ohjelmoiduilla komennoilla ja väyläsovittimen siirtämällä tiedolla. Jokaiselle laitteelle on annettu yksilöllinen osoite, jolla sitä ohjataan. Osoitteen avulla voidaan siis usean valaisimen ryhmässä ohjata pelkästään yksittäistä valaisinta. Osoite lähetetään kuusibittisenä tiedonsiirtopakettina ja siinä määritellään halutut säädöt. Ryhmässä voi olla enintään 16 laitetta ja osoitteita voi olla 64 kappaletta. Sama laite voi olla kuitenkin yhdistettynä myös eri ryhmäosoitteeseen, jolloin erilaisia skenaarioita

voidaan luoda isoille ryhmille ja yksittäiselle laitteelle käyttötarkoituksen mukaan jopa 16 kappaletta. (Piikkilä ym. 2017, 148.)

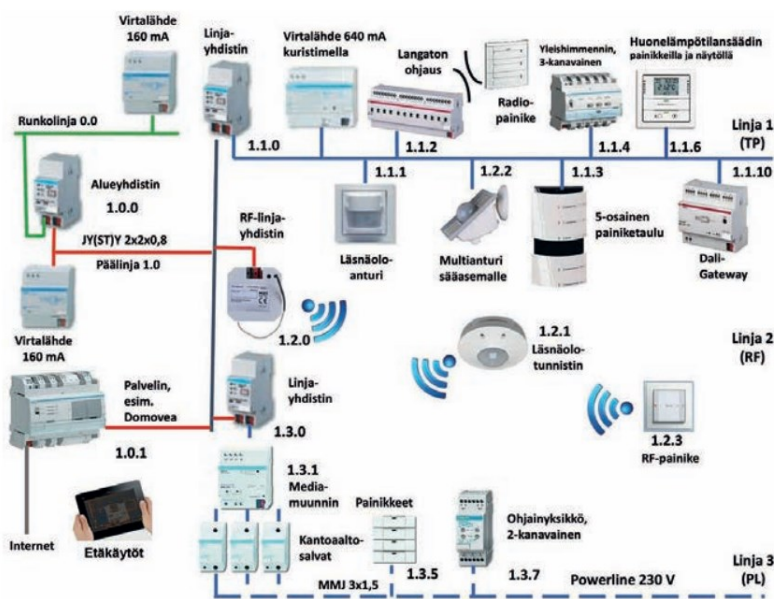
Tiedonsiirrossa käytetään johtoparia, joka ei tarvitse olla häiriösuojattua. Yleisesti valaistus johdotuksessa käytetään 5x1,5 MMJ kaapelia, josta vaihe-, nolla- ja suojamaajohdon lisäksi löytyy musta ja harmaa johdin. Näitä ylimääräisiä johtimia voidaan käyttää DALI-signaalin siirrossa. DALI-valaisimen syöttöä ei katkaista millään kytkimellä tai releellä vaan siinä on jatkuva vaihe päällä. DALI-laitteiden tulee olla verkkojännitteen kestäviä, vaikka ohjauspiiri on eroteltu galvaanisesti pääpiiristä. Tämä estää laitteiston vioittumisen väärällä johdotuksella. (Piikkilä ym. 2017, 148-149.)

DALI-järjestelmän käyttöönotto tapahtuu yleisesti tietokoneella ohjelmoimalla. Väyläsovittimeen liittäminen on nykyään yleisesti USB-liitäntä ja eri valmistajilta löytyy omat ohjelmansa, joilla tiedot siirretään väyläohjaimen. Kaikki ohjelmoitava toiminto siirtyy suoraan väylälaitteen muistiin, jotka sisältävät sen toiminnan, osoitteen ja ominaisuudet. Valaisimien DALI-laitteeseen tallentuvat osoite, jäsenyydet eri ryhmissä ja valaistustilanteet. Valaistustilanteisiin voidaan asettaa himmennysarvot ja -ajat sekä syttymistasot. (Piikkilä ym. 2017, 150-151.)

DALI-järjestelmä on hyvin yksinkertainen toiminnaltaan, jolloin se usein liitetään automaatioon. Liittäminen tapahtuu erillisenä alajärjestelmänä Modbus-, LON- tai KNX- kiinteistöväylään. Esimerkiksi KNX/DALI-yhdyskäytävässä DALI otetaan käyttöön KNX-rajapinnalla, jolloin varsinaista DALI-ohjelmointia ja työkaluja ei tarvita. (Piikkilä ym. 2017, 152.)

3.4 KNX-väylä

KNX on tiedonsiirtoväylä, joka on kehitelty erityisesti kiinteistötekniikkaan. Väylä rakentuu kaksinaapisesta kaapelista, joka liitetään kulkemaan laitteesta toiseen. KNX-protokolla tukee usean erilaisen median yhdistämistä normaali kaapeloinnista langattomiin ratkaisuihin niin radio-, sähköverkko kuin infrapunalähetysillä. Tämän mahdollistaa erilaiset sillat, joita KNX ratkaisuihin on toteutettu. (Piikkilä ym. 2017, 129.)



KUVA 3. Esimerkki KNX-väylän rakenteesta. (Piikkilä ym. 2017, 18.)

Väyläkaapelointina voidaan käyttää standardoitua JY(ST)Y 2x2x0,8 tai PYCYM 2x2x0,8 kaapelointia. Myös yleinen merkinantokaapeli KLM 4x0,8 soveltuu tähän. Kaapeleissa yksi pari riittää tiedonsiirtoon, mutta toista paria voidaan käyttää ylimääräiseen tehonsyöttöön tapauksessa, jossa väylä on pitkä tai laitteet ovat suurempi tehoisia. Topologiana voidaan käyttää väylä-, tähti-, puu tai näiden yhdistelmiä, mutta rengastopologiaa ei suositella mahdollisten sanomien kiertämisen takia. Tämä aiheuttaa verkon hidastumista ja virheellistä toimintaa. (Piikkilä ym. 2017, 129-130.)

Kokonaisjärjestelmä voi sisältää 14 400 laitetta jos käytetään täyttä osoitealuetta. Tämä muodostuu järjestelmän jakautumisesta 15 alueeseen, joka jakautuu 15 linjaan. Jokaisessa linjassa voi olla 64 liityntäpistettä. Tätä voidaan kasvattaa toistimilla, mutta toistimien lisäämistä ei voi suositella verkon laajentamisessa suureksi sen aiheuttaman viiveiden takia. (Piikkilä ym. 2017, 130-131.)

4 SIEMENS KIINTEISTÖAUTOMAATIO

4.1 Suunnittelu ja tarjouskyselyt

Mondi Powerflute Oy:lle kohdistettu Siemens Oy:n laitteisto on tullut suoraan toimittajan määrittelemästä tarjouksesta. Tarjous rakennetaan sillä perusteella, kuinka asiakas määrittelee haluamansa toiminnot.

Tarjouskysely tehtiin yhdessä esimieheni kanssa ja siinä on katsottu niin sanotun ensimmäisen askeleen toiminnot, joita automaatiolla voitaisiin ohjata. Työn ensisijainen tarkoitus oli luoda pohja kiinteistöautomaatiolle, jota tulevaisuudessa voidaan laajentaa koskemaan suurempaa kokonaisuutta. Tulevaisuudessa voidaan luotua kiinteistöautomaation pohjaa laajentaa koskemaan remonttien yhteydessä rakennettavien valaistus-, lämmitys-, ja ilmanvaihto-ohjauksiin ja hälytyksiin. Myös mahdollisten sähköautolatauksien ohjaus ja valvonta voidaan rakentaa osaksi kiinteistöautomaatiota. Kulutusjoustoan liittyminen vaatii myös aina jonkinlaisen kiinteistöautomaatioon liittymisen, jolla kulutusjoustokohteita ohjataan.

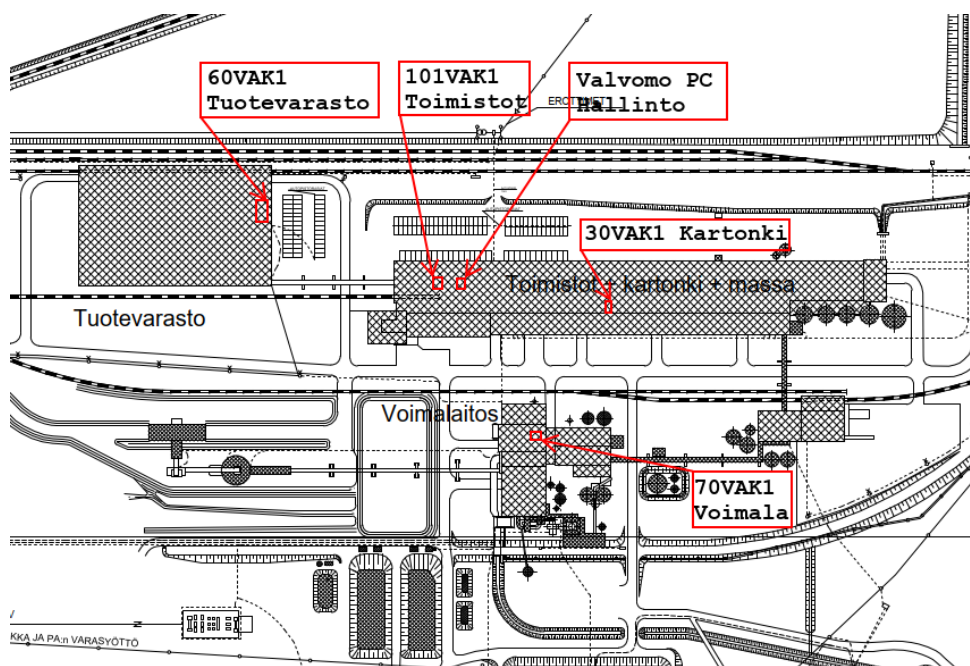
Työn edetessä on tullut jo uudistamisprojekteja, joihin on tehty valmisteluja kiinteistöautomaation hankintaan. Valmisteluissa on toimittajalta kysytty tarjoukset tuleviin hankintoihin ja näistä, sekä alkuperäisestä työhön kuuluviin kartoituksiin on listattu käytettävät komponentit erillisessä osiossa.

4.1.1 Valvonta-alakeskuksen sijainnit ja merkintä

Tehdasalueen laajuudesta johtuen valvonta-alakeskuksia täytyy sijoittaa usealle eri alueelle. Keskusten sijoituksessa täytyy ottaa huomioon ympäristön olosuhteet, jossa keskus tulee sijaitsemaan, sekä keskeinen alue haluttuihin mittaus- ja ohjauspisteisiin. Pisteiden lukumäärä keskusta kohden rajoittuu käytännössä keskuksessa käytettävästä prosessorista tai tässä tapauksessa PXC-automaatioyksiköstä ja fyysisestä tilasta keskuksessa.

Mittauspisteiden välisen kaapeloinnin kannalta mahdollisimman lyhyet kaapeloinnit ovat niin toimivuuden kuin kustannussyiden kannalta järkevintä. Tämän vuoksi tulisi keskitetysti pyrkiä keräämään mahdollisimman paljon pisteitä alakeskuksiin ja yhdistää nämä valvomoon verkkokaapeloinnilla.

Sijaintien toteutuksessa tulee myös huomioida alakeskuksien toimintopaikan mukainen nimeäminen. Tämä helpottaa mahdollisissa vikatilanteissa hälytyksen kohdentaminen kyseisen alakeskuksen osaan. Tähän voidaan soveltaa jo tehtaan prosessissa olevia numerostandardeja 20-80, joihin liitetään valvonta-alakeskuksen lyhenne VAK ja juokseva numerointi. Esimerkkinä tuotevaraston toimintopaikanumero on jälkikäsitellyn 60 ja siellä sijaitsee yksi alakeskus. Tästä muodostuu 60VAK1 (kuva 8).



KUVA 4. Keskuksien mahdollinen sijainti ja nimeäminen (Mondi Powerflute 2021).

4.2 Laitteisto

Alakeskuksina toimittaja tarjoaa Siemens PX-alakeskuksen pohjalle valmistettuja standardikeskuksia, joita voidaan muokata asiakkaalle sopivaksi. Nämä toteutetaan modulaarisilla yksiköillä, joiden pääkomponenttina toimii PXC-sarjan automaatioyksiköt standardoidussa BACnet-verkkoprotokollassa. Myös kevyempiä ohjauksia on mahdollista toteuttaa pelkillä huonesäätimillä (Siemens Oy 2021)

Modulaarisuus muodostuu siitä, että automaatioyksiköiden perään voidaan liittää komponentteja, joilla saadaan ohjaukset toimimaan halutulla tavalla. Riippuen siitä tarvitaanko ohjata valaistusta, lämmitystä tai ilmanvaihtoa, löytyy jokaiseen tarkoitukseen komponentit, joilla tämä voidaan toteuttaa. Ohjaukset voivat olla toteutettu niin digitaalisilla kuin analogisilla menetelmillä.

Komponenttien liittäminen toisiinsa tapahtuu Siemensin omalla Island-väylällä, jonka liittimet löytyvät jokaisen komponentin sivusta. Väylää voidaan myös jatkaa alakeskuksen ulkopuolelle erillisellä sovitimella (kuva 7). (Siemens Oy 2021.)

4.2.1 PXC-automaatioyksiköt

Automaatioyksiköiden tehtävänä on ohjata kyseisen alakeskukseen liitettyjen moduulien toimintaa (kuva 5). Moduulit voivat olla kytkettynä sisäisillä liitännöillä toisiinsa tai niitä voidaan jatkaa alakeskuksesta toisiin keskuksiin Island-väylällä (kuva 8). Yksiköt voidaan ohjelmoida täysin vapaasti, sekä säätö- ja ohjaustoimintojen lisäksi niihin on integroitu valvomotoimintoja (Siemens Oy 2021).



KUVA 5. Siemens PXC100-E.D automaatioyksikkö (Siemens Oy 2021)

Automaatioyksikön nimen loppupääte kertoo käytettävän tiedonsiirtoon käytettävän järjestelmän, D-kirjain käyttää LonTalk-järjestelmää ja E.D on BACnet / IP-järjestelmä Ethernetin kautta. Etuliitteenä oleva numerosarja viittaa kyseisen laitteen rajaan käsitellä datapisteitä, joita PXC50 pystyy käsittelemään maksimissaan 52 kappaletta, PXC100 200 ja PXC200 yli 200 kappaletta. Datapisteiksi lasetaan niin fyysiset tulot kuin lähdöt. (Siemens Oy 2021)

4.2.2 TXM-I/O moduuli

TXM1.8X ja TXM1.8X-ML ovat super-universaaleja I/O-moduuleita. Niissä on kahdeksan universaalia I/O-pistettä, jotka voidaan ohjelmoida toimimaan niin digitaali- tai analogituloina tai lähtöinä. Analogisena liitännänä on tuettu jännite- ja virtaviesti, sekä yleisimmät vastusanturit PT 1000, LG-Ni 1000 ja PTC. (Siemens Oy 2021)



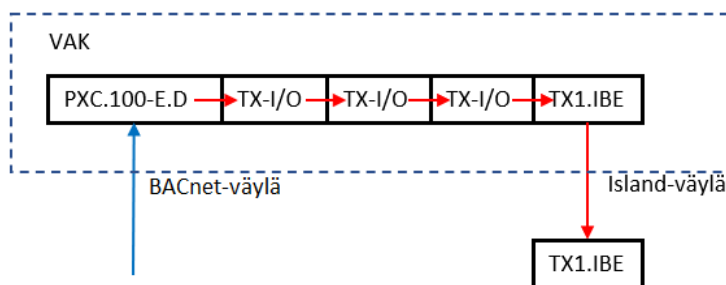
KUVA 6. Siemens TXM1.8X moduuli. (Siemens Oy 2021)

4.2.3 TX1.IBA moduuli

TX1.IBA on Island-väylä toistin. Tällä voidaan rakentaa hajautettu TX-I/O-järjestelmä alakeskuksen alle, maksimissaan 200 metrin päähän keskuksen sijainnista (kuva 7). Tämä mahdollistaa vähäisemmän kaapeloinnin kenttälaitteiden ja valvonta-alakeskuksien välillä. Väylä toimii RS-485 tiedon- siirtotekniikan alla ja konfigurointi tapahtuu automaattisesti, kun DIP-kytkimet ovat aseteltu. DIP-kytkimillä valitaan isäntäpää ja lopputerminointi väylästä. (Siemens Oy 2021)



KUVA 7. TX1.IBA Island-väylä toistin (Siemens Oy 2021)



KUVA 8. Island-väylä periaatekuva, väylää jatkettu myös valvonta-alakeskuksen ulkopuolelle.

4.2.4 Huonesäätimet

Huonesäädin on komponentti, jolla voi olla useita eri ohjausominaisuuksia (kuva 9). Säädin voi olla ainoastaan DALI-ohjauksiin soveltuva tai kehittyneemmillä säätimillä voidaan ohjata usean huoneen segmenttejä kokonaisvaltaisesti. Sisältäen valaistuksen, ilmastoinnin ja lämmityksen säätämisen. Tämä sisältää DALI-valaisimet, KNX-säätimet sekä mahdolliset perinteiset binääriohjaukset moduuli-laajennuksilla. (Siemens Oy 2021)

Säätimen mallimerkinnästä voidaan nähdä sen toiminnalliset ominaisuudet. E16A toimii ainoastaan DALI-ohjauksessa, kun taas E72A ja E75A ovat useamman huoneen tai segmentin ohjauksiin käytettäviä säätimiä.



KUVA 9. PXC3.E16A-100A huonesäädin (Siemens Oy 2021)

4.3 Desigo CC

Desigo CC on uuden sukupolven kiinteistöhallintajärjestelmä, joka toimii automaation hallintotasolla. Se perustuu globaaleihin tiedonsiirtostandardeihin kuten BACnet ja Modbus. Myös omia protokolliaan käyttävät kolmannen osapuolen laitteet saadaan liitettyä järjestelmään oikeanlaisilla ajureilla. (Siemens Oy 2021)

Hallintotasolla tarvitaan keskeinen piste, johon luodaan valvomo, jolla hallitaan siihen liitettyjä alakeskuksia toteutetun väylän kautta. Valvomo voidaan toteuttaa joko paikallisvalvomona tai pilvipalveluna.

Desigo CC omaa myös modulaarisen rakenteen, jota voidaan kasvattaa liittämällä siihen uusia järjestelmiä. Tämä mahdollistaa järjestelmän rakentamisen aloittamisen pienimuotoisena ja sen kasvattamisen, kun automaatiota rakennuksessa tai rakennuksissa lisätään. (Siemens Oy 2021)

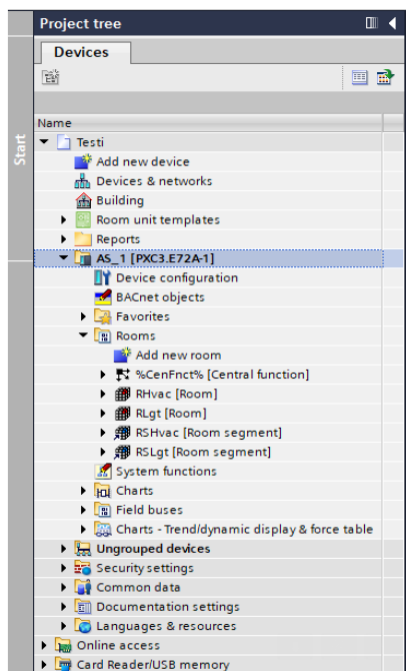
Ohjelmisto mahdollistaa tiedonkeruun automaatiosta ja siihen voidaan liittää myös valvontakamerat, sähkölukitukset kuin paloilmalaisimet. Tiedonkeruun avulla voidaan saada raportointi energiankulutuksesta ja mahdollisista huoltotarpeista laitteissa. (Siemens Oy 2021)

4.4 Ohjelmointi

Automaatiossa pelkällä laitteilla ei voida suorittaa mitään ilman niiden ohjelmointia. Ohjelmointi Siemensin laitteistossa tapahtuu TIA Portal ohjelmiston avulla. Huonesäätimille on rakennettu ohjelmiston alle oma kirjastonsa, josta voidaan valita oikea säädin malli, esimerkiksi PXC.E72A-1 (kuva 10) valittuna. Säädin voidaan nimetä haluamallaan tavalla ja tässä projektissa se on nimettyä AS_1. (Kopra, Tuomas 2021)

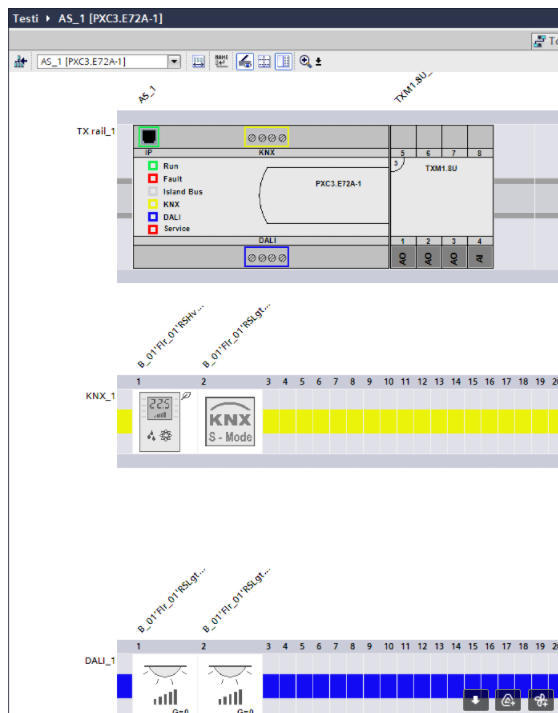
Säätimelle lisätään kirjastosta huone ja huonesegmentti. Tähän on sisällytetty tiedot mitä tähän huoneeseen halutaan liitettävän ja mitä sovelluksen tulee osata tehdä. HVAC on lämmitykseen, jäähdytykseen ja ilmanvaihtoon tarkoitettu sovellus ja LGT on valaistukselle tarkoitettu sovellus.

Huonesegmentteihin lisätään laitteet, joita käytetään ja niiden pisteet. Pisteinä voi olla perinteiset digitaaliset I/O-, KNX- tai DALI-pisteet. (Kopra, Tuomas 2021)



KUVA 10. Projektiin luotu huonesäädin nimetty AS_1 (Kopra, Tuomas 2021)

Huonesegmentissä sijaitsevat laitteet voivat sijaita eri prosessorissa tai säätimessä ja ne voidaan liittää huonekoordinointiin. Esimerkiksi valaistus, jonka DALI-valaisimet ovat eri ala-asemassa kuin niitä ohjaava KNX-tutka voidaan liittää samaan huonekoordinointiin. (Kopra, Tuomas 2021)

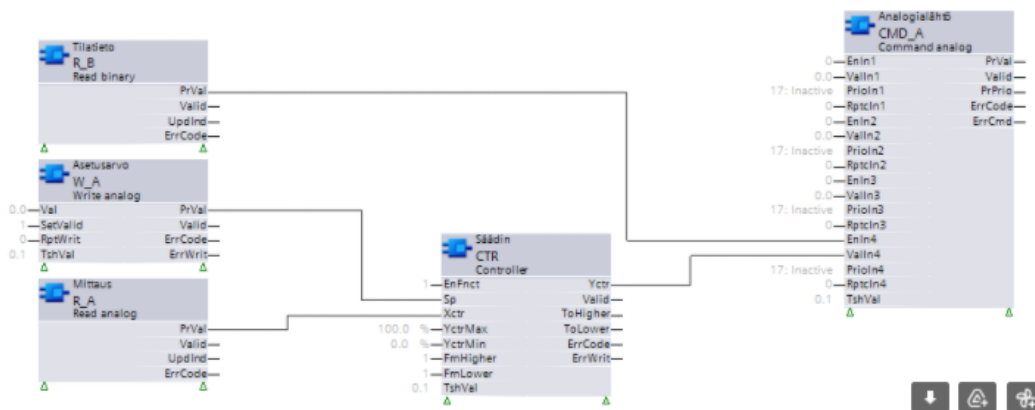


KUVA 11. KNX ja DALI laitteiden lisääminen säätimeen (Kopra, Tuomas 2021)

Huonesegmenttiin valitut fyysiset pisteet (kuva 11) KNX- ja DALI-laitteet tulevat laitekonfigurointiin, jossa esimerkiksi DALI pisteille annetaan ryhmäosoite. Ohjelmisto tunnistaa kyseisessä KNX konfiguraatiossa laitteen 1. (kuva 11) KNX PL-LINK laitteeksi, joka on Siemensin omaa laitteistoa ja

konfiguroi toiminnot tälle laitteelle. Laite 2. (kuva 11) on KNX-laite mutta sen konfigurointi täytyy tehdä erillisesti, koska se ei ole Siemensin oma laite. Tämä voidaan konfiguroida ETS-työkalulla, jonka voi hankkia KNX-verkkokaupasta. (Kopra, Tuomas 2021, KNX Finland Oy ETS, 2021)

Ohjelmointi laitteille voidaan tehdä valmiista kirjastoista, joka esimerkiksi PXC100-E.D tehdään sekvenssikaavio-ohjelmoinnilla. Huonesäätimille löytyvät valmiit ohjaimet näyttävät tältä (kuva 12).



KUVA 12. Ohjelmointinäkymä säätimen ohjelmoinnissa. (Kopra, Tuomas 2021)

Ohjelmointiesimerkissä säädin säätää analogialähtöä asetuservon ja mitatun arvon erolla. Lähdestä tulee takaisinkytkentänä lähdon asettama arvo, joka luetaan tilatietona. (Kuva 12.)

5 MONDI POWERFLUTE OY

Mondi Powerflute Oy, entinen Powerflute Oyj ja sitä ennen Savon Sellu on Sorsasalossa, Kuopiossa sijaitseva kartonkitehdas. Tehdas tuottaa neitseellistä flutingia, eli aallotuskartonkia. Flutingia käytetään yleisesti pahvilaatikoiden välikerroksessa, joka antaa laatikoille ja pakkauksille hyvän kestävyysden. Neitseellisen aallotuskartongin pääraaka-aineena toimii koivupuu, josta tulee nimitys neitseellinen aallotuskartonki. Tuotteen suurimmat käyttökohteet ovat elintarvikkeiden kuljetukseen tarkoitetut pakkaukset. (Mondi Powerflute 2021)

Tehdas on aloittanut toimintansa vuonna 1968. M-real oli ensimmäinen omistaja ja tämän jälkeen suurin muutos tapahtui vuonna 2007, kun tehdas myytiin ulkomaisille yksityisijoittajille, joiden johdossa toimi Dermot Smurfit. Vuonna 2007 yritys sai nimekseen Powerflute Oyj ja Savon Sellu Oy:stä tuli sen tytäryhtiö. Seuraava omistajan vaihdos tapahtui vuonna 2016 syksyllä, kun pääomasijoitusyhtiö Madison Dearborn Partner osti yrityksen toiminnan. Vuonna 2017 joulukuussa yritys myytiin Mondi Groupille, jonka jälkeen nimi Savon Sellu on poistunut yhtiön käyttämästä nimestä. (Mondi Powerflute 2021)

Tehtaalla on käytössä yksi kartonkikone, jonka vuosituotantoennätys on vuodelta 2017, jolloin tuotettiin kartonkia 277 610 tn. Koivua haketetaan vuodessa n. 800 000 kiintokuutiometriä. Yrityksen liikevaihto vuonna 2020 oli noin 140 miljoonaa euroa ja yhtiön palveluksessa työntekijöitä oli yli 200. (Mondi Powerflute 2021)

5.1 Käyttökohteet ja rakennukset Mondri Powerflute Oy

Työn kohteena ovat Mondri Powerflute Oy:n omistamat kiinteistöt, joihin kuuluvat tuotevarasto, kuorimo, liettämö, tehdasrakennus, sekä voimalarakennus. Rakennuksien tilojen ohjauksia tarkastellaan ilmanvaihdon ja valaistuksen hälytyksien sekä ohjauksien kannalta.

Rakennukset ovat suurilta osin teknisiltä ratkaisuiltaan vanhoja ja niiden erilaisiin valaistus- ja lämmitysohjauksiin on tehty huoltokorjauksia mutta suurempia uudistusremontteja vähemmän. Tästä syystä automaatiota ei voida suoraan toteuttaa samalla tavalla kuin uudiskohteessa, vaan jokainen ja sen liittäminen automaatioon joudutaan tarkastelemaan millä tavalla se olisi mahdollista toteuttaa. Tämä luo enemmän työtä, kun joudutaan selvittämään vanhojen ohjauksien toteutusta ja tekemään niihin tarvittavat muutostyöt. Osalta kohteista on järkevämpää odottaa kokonaisvaltaista remonttia, jolloin valaistukset ja ilmastointi saadaan uusittua, sekä järkevästi liitettyä automaatioon.

Valaistuksen osalta rikkoutuneita ja huonokuntoisia valaisimia on vaihdettu nykyaikaisiin led valaistukseen, mutta näitä ohjataan kuitenkin perinteisesti erilaisilla kytkimillä sekä ajastimilla päälle/pois tyylisesti ilman säätöä. Automaation olisi hyvä saada myös vanhoja valaistusratkaisuja ohjautumaan erilaisilla ratkaisulla, jolloin saadaan hyöty automaatiosta välittömästi, eikä tarvitse odottaa jokaisessa kohteessa suurempia valaistusremontteja.

Ilmastointikoneissa toteutukset ovat hajautettu moneen osaan ja laitteistot ovat suurilta osin vanhentuneita, jolloin järkevin toteutus voisi olla ainoastaan hälytyksien keräys automaatiojärjestelmään. Tulevaisuudessa kun ilmastointiremontteja toteutetaan, voidaan koneikot liittää täysin automaatiojärjestelmän alaisuuteen.

Suuria jäähdytyslaitteistoja on uusittu lähiaikana useisiin eri tiloihin. Näiden liittäminen kiinteistöautomaation voidaan toteuttaa väyläratkaisulla, joka useasta uudesta laitteesta löytyy erillisenä optiona tai valmiina. Tehdasalueella on myös paljon erillisiä ilmalämpöpumpputyksiköitä ja näiden ohjaukset ovat yksikkökohtaisia, jolloin niiden liittäminen automaatioon jälkiasenteisena ei ole järkevä ratkaisu. Valmistajia ja malleja on useita erilaisia ja kaikissa ei ole suoraan mahdollisuutta liittää niitä automaatioon väylän kautta.

5.2 Tuotevarasto

Tuotevaraston valaistus on uusittu kesällä 2020. Valaisimina on käytetty mallia Greenled Sigma G2, joissa on käytössä DALI-ohjaus. Valaisimia ohjataan toimittajan PXC100-alakeskuksella, joka on varusteltu PXC00-E.D. järjestelmäsäätimellä ja neljällä PXC3.E72-100A huonesäätimellä, joilla valaistusta ohjataan. Valaistuksen ohjaus tapahtuu kellonajan ja liiketunnistimien avustuksella. Alakeskus toimii täysin itsenäisesti ilman erillistä hallintojärjestelmää sen oman järjestelmäsäätimen ja huonesäätimien ohjaamana. Yksikölle on ohjelmoitu asettelu, jolla valaistustasot muuttuvat liiketunnistimien havaitessa liikettä tai jos liikettä ei ole. Ajastus on tehty valaistuksen perustasolle, jolloin

työvuorot ovat paikalla. Tällä tavalla saadaan säästettyä huomattava määrä energiaa, koska valaistusta ei pidetä päällä silloin kun sitä ei tarvita.

Varaston lämmityksen ja ilmanvaihdon ohjaukset ovat vain paikallisesti säädettäviä ja näiden liittämistä automaatioon ei ole järkevää toteuttaa ennen niiden laajempaa remontoimista. Valvomo ja taukotilojen nykyisen ilmanvaihtolaitteiston osalta poistoilmapuhaltimien liittäminen kunnonvalvontaan olisi helpoin ja järkevin ratkaisu.

Olemassa olevat ja mahdolliset toimenpiteet kiinteistöautomaatioon:

- Tuotevaraston päävalaistus jo liitettynä automaatioon
- Ulkovaistuksen liittäminen automaatioon
- Valvomo ja taukotilojen ilmanvaihdon valvonnan liittäminen automaatioon

5.3 Voimala

Voimalassa valaistukset ovat isolta osalta prosessitiloissa ja näiden ohjaukset ovat kokonaan paikallisia. Valaistukset ovat pääasiallisesti jatkuvassa käytössä ja niitä ei erikseen sammuteta tai sytytetä. Suurin hyöty saataisiin ohjatulla valaistuksella, jolla voidaan valaistuksen tasoa säätää alemmaksi silloin kun alueella ei sitä tarvita.

5.3.1 Kattila-alueen prosessitilat

Kattilan ympäristössä oleva lämpötila on sen verran korkea, että valaisimien käyttöikä lyhenee huomattavasti, kun niitä pidetään täydellä valaistusteholla. Samalla hukataan huomattava määrä energiaa valaistuksessa, kun sitä ei oikeasti tarvita. Valaisin uusintojen yhteydessä vaihto DALI-ohjattuihin LED-valaisimiin, joiden tasoa saadaan säädettyä niin että kameroiden kuvat pysyvät selkeänä, sekä kerroksissa liikkuminen onnistuu tuo säädettävyyttä ja säästöä pitkällä aikavälillä. Valaisimien vaihto ja huoltovälit pidentyvät huomattavasti, koska valaisimien tehoa voidaan nostaa huolto ja tarkastuksien ajaksi, kun muulloin ne voivat toimia huomattavasti alemmalla teholla.

5.3.2 Turbiinisali

Turbiinisalin valaistukseen on tulossa päivitystä lähivuosina, jolloin tämän uudistuksen myötä voidaan näiden valojen ohjaukset ja valvonta liittää automaatioon. LED-valaisimilla DALI-liitännällä ja vakiovalo-ohjauksella voidaan saada salin valaistus pysymään aina samana riippumatta ulkoisista muuttujista kuten päivänvalo.

5.3.3 Sähkötilat

Voimalan 3kV-keskustilaan ollaan rakentamassa uutta jäähdytystä ja ylipaineistuskoneistoa, jotka voidaan liittää kiinteistöautomaation ohjaukseen ja valvontaan. Koneikkojen liittäminen kiinteistöautomaatioon poistaa erillisen vakiosäätimen tarpeen. Kenttälaitteet liitetään automaation valvontalakeskukseen ja sitä voidaan operoida yksinkertaisesti valvomosta tai etätyöpöytä ohjelmistolla omalta työpisteeltä. Tämä poistaa usean eri toimittajan vakiosäätimien käyttöä ja siitä johtuvaa opettelua, kun erilaisia laitteita voidaan käyttää vain yhdellä laitteistolla ja ohjelmistolla.

Eri valaistusalueita saadaan liitettyä alkuvaiheessa releohjauksella toimiviksi. Näitä tiloja ovat ulkotilat, sähkötilat ja osa prosessitiloista, joissa ei tarvita jatkuvatoimista valaistusta. Keskuksissa valoja ohjataan jo kontaktoreilla ja valaistusreillä, jolloin tarvitaan uusi johdotus valvonta-alakeskukselta sähkölähtöihin.

Valvomon ja toimistotilojen ilmanlaadun ja ilmanvaihdon valvonta voidaan lisätä jo olemassa olevaan laitteistoon. Näiden ohjaukset voidaan toteuttaa mahdollisissa tulevaisuuden remonteissa, kun ilmanvaihtokoneet uusiutuvat.

Mahdollisia toimenpiteitä kiinteistöautomaatioon:

- Turbiinisalin valaistus uusinnassa DALI-ohjatut valaisimet ja liitäntä automaatioon
- 3kV sähkötilan ilmanvaihdon ja ylipaineistuksen ohjaus ja hälytykset automaatioon
- Voimalan ulkovalaistuksen ohjaus automaatiolla
- Sähkötilojen valaistuksen ohjaus automaatioon
- Valvomon ilmanvaihdon valvonta ja huoneilmalaadun valvonta

5.4 Tehdasrakennus

Tehdasrakennus voidaan jakaa useaan eri alueeseen, joissa voitaisiin hyötyä automaatiosta. Suurimpana alueena on tehdassali, jossa sijaitsee suurin osa koneista ja prosessilaitteista. Toimisto-, huolto- ja pukuhuonetilat ovat tiloja, joissa voidaan yksinkertaisilla läsnäolo ja kelloajastuksilla saada valaistuksen, lämmityksen ja ilmanvaihdon osalta saada säästöä ja helppokäyttöisyyttä.

Uusilla ohjattavilla valaisimilla voidaan saada valaistustasoa huomattavasti paremmaksi tuoden samalla turvallisuustasoa paremmaksi. Kuitenkin tämä tuo myös säästöä energian kulutuksessa alhaisemman sähkötehon tarpeessa valaisinta kohti ja mahdollisuutena säästää valaistustasoa vuoden- ja vuorokaudenajan mukaisesti.

5.4.1 Toimistotilat

Toimistotiloissa automaatiotasoa voitaisiin toteuttaa monipuolisesti remonttien yhteydessä. Vanhoja valaisimia on useisiin tiloihin vaihdettu uusiin LED-valaisimiin ja suuressa osassa näitä on jo DALI-ohjauksen käyttömahdollisuus. Kerroksien käytävät ja yhteistilat olisi järkevintä ohjata kellonajoilla, sekä liiketunnistimilla ja henkilökohtaisissa toimistohuoneissa valaistussäätö olisi omilla kytkimillään.

Nykyaikaiset KNX-laitteet mahdollistavat usean eri toiminnon sisällyttämisen ohjainlaitteeseen. Esimerkiksi KNX-ohjaimella DIFPFEO (Liite SDFSD) voidaan ohjata liiketunnistuksella valaistusta, sekä samalla saada huoneilman laadusta, kosteudesta ja lämpötilasta mittausarvot.

Ilmastoinnin osalta tulisi ilmanvaihtokoneistolle tehdä uudistuksia säätöpiirien ja pumppujen osalta, jotta nämä voitaisiin saada automaation säädettäväksi. Nykyiset tuuletin- ja pumppumootorit ovat suorakäyttöisiä ja näiden muuttaminen taajuusmuuttaja ohjatuiksi tulisi kustannuksiltaan jo lähelle ilmanvaihtokoneen uusimista.

Mahdollisia toimenpiteitä kiinteistöautomaatioon:

- Valaistusohjaus käytäviin ja yhteistiloihin

- Huoneilman laadun, lämpötilan ja kosteuden mittaus

5.4.2 Tehdassali

Salin valaistus on uusittu 1980-luvun alussa ja nykyiset valaisimet ovat 400W monimetallivalaisimia. Näiden valaisimien korjaaminen ei ole enää järkevää, koska valmistajalla ei ole enää saatavilla suoraan yhteensopivia liitäntälaitteita vaan joudutaan jokaisen valaisimen korjauksessa käyttämään osia, jotka eivät suoraan käy suunniteltuihin kiinnityskohtiin ja valaisimen runkoon. Näitä valoja ei myöskään voida ohjata muulla tavoin kuin päälle ja pois, jolloin sähkönkulutus niissä on samalla tasolla ympäri vuoden. Valaisimien valaistustaso on heikentynyt ajan myötä ja pelkästään polttimoiden vaihdollakaan ei saada enää täysivaltaista valaistustehoa, koska valaisimien heijastinpinnat ovat vuosien saatossa heikentyneet.

Uusimalla valaisimet nykyaikaisilla LED-valaisimilla ja DALI-ohjauksella voitaisiin salin valaistustasoa säätää vuorokauden ja vuoden ajan mukaisesti. Vakiovalaistus ohjauksella on mahdollista säätää haluttu valaistustaso, joka salissa olisi jatkuvasti normaali tilanteessa. Huolto ajankohtana valaistuksen tasoa voidaan nostaa, joka tuo lisää turvallisuutta pimeiden huoltokohteiden valaistuessa paremmin.

Tehdassalin ilmanvaihto ohjaus tapahtuu prosessiasemilta ja kiinteillä kytkimillä valvomoista. Näiden ohjaus tulee säilyttää prosessin hoidettavana, mutta kiinteistöautomaatiolla voitaisiin tarkastella salin ilmanvaihdon ja toiminnan tehokkuutta. Oikeanlaisilla paine-eroantureilla ja lämpötilamittauksilla voitaisiin seurata ilmanvaihdon toimivuutta ja reagoida mahdollisiin muutoksiin. Samalla saataisiin dataa eri vuodenaikojen ja koneen käyttösuhteen muutoksiin ilmanvaihdon kannalta. Nykyään ilmanvaihtoa joudutaan säätämään pelkästään havainnoimalla muutokset sisäilmassa.

Mahdollisia toimenpiteitä kiinteistöautomaatioon:

- Salin valaistuksen uusiminen DALI-ohjaukseen
- Koneen ympäristön valaistuksen uusiminen ja liittäminen DALI-ohjaukseen
- Tehdassalin ilmanvaihdon seuranta automaatiolla

5.5 Kuorimo

Kuorimo on alue, jossa tehtaalle tuleva puu haketetaan massan valmistukseen. Alueen yhteydessä sijaitsee myös jätevesilaitos, jolla tehtaan jätevedet puhdistetaan. Kyseisellä alueella suurimmat automaation hyödyt voidaan saavuttaa sähkötilojen ja ulkovalaistuksen ohjauksessa. Prosessitilojen valaistus-, lämmitys-, ja ilmastointiohjauksiin joudutaan tekemään isompia uudistuksia, jotta näitä voitaisiin järkevästi liittää automaatioon.

Ulkovalaistuksen ohjauksia nykyisessä valaistuksessa on useita ja niiden yhtenäistäminen olisi järkevää automaatiolla. Valaistuksen uusiminen ja oikeanlainen säätö mahdollistaa valaistuksen käyttöiän pidentämistä ja samalla säästöä sähkön kulutuksessa.

Mahdollisia toimenpiteitä kiinteistöautomaatioon:

- Ulkovalaistuksen uusiminen ja ohjaus

- Sähkötilojen valaistuksen uusiminen ja ohjaus

5.6 Liettämö

Liettämö on erillinen rakennus, jossa voidaan kierrättää hylkyyn joutunutta kartonkia, sekä ulkopuolelta tulevaa kierrätyskartonkia. Liettämön tilat ovat suureksi osaksi prosessitilaa ja mahdollisuudet automaation ohjauksiin talotekniikassa vähäiset. Suurimmat hyödyt automaatiosta voitaisiin toteuttaa ulko-, sisä-, ja sähkötilan valaistuksien ohjauksessa.

Mahdollisia toimenpiteitä kiinteistöautomaatioon:

- Ulkovaistuksen uusiminen ja ohjaus
- Sähkötilojen valaistuksen uusiminen ja ohjaus

6 LAIT JA SÄÄDÖKSET RAKENNUSTEN AUTOMAATIO- JA OHJAUSJÄRJESTELMISTÄ

Viime vuosina on tullut uusia standardeja ja ohjeistuksia rakennusautomaatiojärjestelmien vaatimuksiin. Vuonna 2020 hyväksyttiin laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevaatimuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä. (ST 710.00 Rakennusautomaatiojärjestelmän säädökset, määräykset, standardit ja ohjeet. 2020. s.1,2)

Seuraavat säädökset ovat niitä, joita automaation osalta täytyy tarkastella, kun yrityksessä tehdään suurempia remontteja tai rakennetaan uusia toimi- ja prosessitiloja. Säännöksiä minimitasot saadaan toteutettua ilman automaatiolaitteistoa, mutta laitteiston kautta voidaan saada kuitenkin huomattavasti selkeämpi ohjattavuus ja hälytyksien keräys keskitetyksi.

Automaation täydellistä hyödyntämistä varten kannattaa asetusten ohjaaman vaatimuksien täyttämistä tarkastellessa remonttien yhteydessä katsoa linja, joka vaaditaan nykyään uudisrakentamisessa. Tällä taso saadaan rakennuksien ominaisuudet nykytasolle ohjauksissa ja tämä tuo automaatiosta sen saadun hyödyn niin energian säästössä kuin tilojen viihtyvyydessä.

6.1 Standardien vaatimukset korjaus- ja muutostöissä

Kiinteistöjen korjaus- ja muutostyössä otettava kiinteistöautomaation lisäämisessä huomioon seuraavan standardin kohdat, jotka määrittelevät minimitasot, joilla tarpeellinen energiatehokkuus voidaan saada toteutettua. Huomioitava että standardissa energiatehokkuuden määritelmät koskevat yleisiä tiloja, kuten toimistotilat. Näitä ei voida siis suoraan käyttää prosessitilan energiatehokkuuden laskeamisessa mutta ne antavat viitteitä, kuinka tilojen energiatehokkuutta voidaan parantaa.

SFS-EN 15232-1:2017 rakennusten energiatehokkuudesta annettu standardi on määritelty suomalaisiksi kansalliseksi standardiksi 2.6.2016. Tämä standardi on korvannut aiemman voimassa olleen standardin SFS-EN 15232-1:2012:en. Standardi käsittelee kiinteistöautomaation, ohjauksen ja hallinnan vaikutuksiin energiatehokkuudessa. Standardin tarkastelussa on käytetty apuna ST-korttia 710.00 kohta 5. energiatehokkuus, joka luettelee tärkeimmät kohdat. Vaatimukset on kerätty kuitenkin standardista. (SFS-EN 15232-1:2017, 1-45, 62-66, ST 710.00 ,5)

Standardi määrittelee tavan luokitella rakennusautomaatiojärjestelmän toiminnot neljään eri energiatehokkuusluokkaan A, B, C ja D. Näiden lisäksi osakokonaisuudet on jaettu seuraavanlaisesti.

1. Lämmityksen säätö
2. Lämpimän käyttöveden ohjaus
3. Jäähdytyksen ohjaus
4. Ilmanvaihdon ja ilmastoinnin ohjaus
5. Valaistuksen ohjaus
6. Kaihtimen ohjaus
7. Tekninen koti- ja kiinteistönhallinta

Luokka D tarkoittaa huonointa mahdollista arvoa, jolloin automaatiota ei käytetä vaan ohjaus tapahtuu käsisäädöillä. Tällaisella järjestelmällä olevat rakennukset on korjattava ja uusia rakennuksia ei saa varustaa tällaisilla järjestelmillä. Peruskorjauksilla pitäisi pyrkiä saavuttamaan vähintään luokka C. (SFS-EN 15232-1:2017, 25)

TAULUKKO 1. Kuvakaappaus standardin taulukosta, luokkien ja lämmityksen säädön määritelmät. (SFS-EN 15232-1:2017, 28)

Taulukko 5 Toimintoluettelo ja BAC-tehokkuusluokat

		Luokkien määritelmät							
		Asuinrakennus				Muu kuin asuinrakennus			
		D	C	B	A	D	C	B	A
Automaattinen ohjaus									
1	Lämmityksen säätö								
1.1	Lämmönluovutuksen ohjaus								
	Ohjaustoiminto kohdistetaan lämmönluovuttimeen (lämpöpatterit, lattialämmitys, puhallinkonvektori, sisäyksikkö) tilatasolla; tyyppin 1 osalta yksi toiminto voi ohjata useita tiloja								
	0	Ei automaattista ohjausta	x				x		
	1	Automaattinen keskitetty ohjaus	x				x		
	2	Yksittäisen tilan ohjaus	x	x			x	x	
	3	Yksittäisen tilan ohjaus ja tiedonsiirto	x	x	x	x ^a	x	x	x
	4	Yksittäisen tilan ohjaus ja tiedonsiirto sekä läsnäolotunnistus (ei sovelleta hitaasti reagoiviin lämmönluovutusjärjestelmiin, esim. lattialämmitys)	x	x	x	x	x	x	x

Luokka C käsittää jo ohjauksen ja säädön, joka tapahtuu automaattisesti. Nämä kuitenkin on tavallisesti toteutettu keskitetysti ja ovat huone- tai tilakohtaisia. Tämä vastaa perinteisiä termostaattiohjattuja lämmityksiä ja valaistuksen ohjausta kytkimillä mahdollisesti lisättyinä viivästetyllä sammutuksella, jossa valot sammutetaan esimerkiksi yöksi. Jos viranomainen ei ole määritellyt muita tasoja on tämä minimitaso, jota tulee käyttää uuden rakennuksen rakentamisessa. (SFS-EN 15232-1:2017, 26)

TAULUKKO 2. Kuvakaappaus standardin taulukosta 5, valaistuksen ohjaus. (SFS-EN 15232-1:2017, 33)

5	Valaistuksen ohjaus									
5.1	Läsnäolo-ohjaus									
	0	Manuaalinen päälle/pois-kytkin	x	x			x			
	1	Manuaalinen päälle/pois-kytkin + viivästetty sammutussignaali	x	x	x		x	x		
	2	Automaattinen ilmainen (automaattisesti päälle)	x	x	x	x	x	x	x	
	3	Automaattinen ilmainen (manuaalisesti päälle)	x	x	x	x	x	x	x	x
5.2	Valaistuksen taso/päivänvalon ohjaus									
	0	Manuaalinen (keskitetty)	x				x	x		
	1	Manuaalinen (tila-/aluekohtainen)	x	x			x	x		
	2	Automaattinen kytkentä	x	x	x		x	x	x	
	3	Automaattinen himmennys	x	x	x	x	x	x	x	x

B-luokan määritelmä tarvitsee toimiakseen jo kiinteistöautomaatiojärjestelmän ja älykkäät ohjaukset. Ohjaukset osaavat kohdistua tiettyyn osaan rakennuksesta ja ovat tarpeellisia, huonesäätimet viestivät tästä automaatiojärjestelmälle. Luokalle tyypillisiä ratkaisuja ovat esimerkiksi lämmityksen ohjaus automaatiosta aikataulutuksella ja takaisin kytketyllä lämpötilatiedolla. Valaistuksessa voidaan käyttää läsnäolotunnistimia, jotka ohjaavat automaattisesti valaistusta havaitessaan liikettä ja sammuttavat kun liikettä ei ole ollut 20 minuuttiin. (SFS-EN 15232-1:2017, 26)

Luokka A sisältää kokonaisvaltaisen kiinteistöautomaatiojärjestelmän, jossa huomioidaan jokaisen osa-alueen keskinäiset vaikutukset. Huonesäätimellä ohjataan lämmityksen, ilmanvaihdon ja valaistuksen tarvetta ja huomioidaan näiden vaihtuvuuden tarvetta esimerkiksi päivänvalon, sääolosuhteiden ja ilmanlaadun suhteen. (SFS-EN 15232-1:2017, 26, ST 21.32, 8)

7 KULUTUSJOUSTO, SÄHKÖVARASTOT JA AURINKOENERGIA

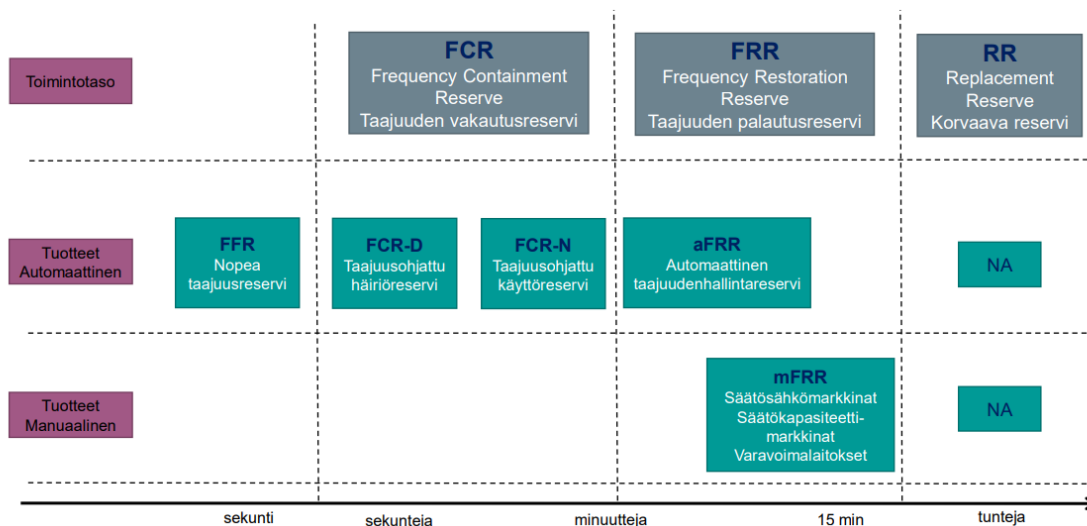
Sähkönkulutuksen jousto eli kulutusjousto tai kysyntäjousto on energiamarkkinoille suunnattu palvelu, jolla pyritään korjaamaan sähkönkulutuksen ja tuotannon suhdetta. Kulutusta voidaan lisätä silloin kun tuotantoa on paljon ja sitä tuotetaan vähäpäästöisesti. (Motiva 2021)

Nykyään varsinkin tuuli- ja aurinkovoimalla tuotettava sähkö on hyvin riippuvainen ulkoisista olosuhteista ja siksi tällainen palvelu on ajankohtainen, koska kulutusta voidaan säätää molempiin suuntiin. Tuotannon ollessa alhaista mutta energian tarve on suuri, niin voidaan nykyään joko käynnistää pientuotantolaitosta tai lisätä ostosähköä. Kulutusjoustolla voidaan luoda mahdollisuutta tasata näiden käyttöä lyhyissä ajanjaksoissa ja tämän avulla kasvattaa sähköverkon luotettavuutta. (Motiva 2021)

Kulutusjouston avulla voi kuluttaja osallistua samalla tavalla markkinoille kuin tuottaja. Kuluttajan osalta kuormaa säädetään vähentämällä laitteiston tehoa tai jopa sähkönkulutuksen kokonaisvaltaista katkaisemista. Suurteollisuus on ollut Suomessa pitkään osana verkon tehotasapainon

ylläpidossa, mutta uusien palveluiden lisääntyessä voidaan lisätä reservejä kantaverkon tasapainon ylläpitämiseen myös muiden kuin teollisuuden tuotannon toimesta. (ST-esimerkit 13 Näkökulmia kulutusjouston toteuttamiseen, 2021, 6)

Fingrid Oy tarjoaa erilaisia tuotteita, joilla voidaan reservin ylläpitämiseen liittyä ja tässä tarkastellaan mahdollisuutta taajuusohjatun käyttöreservin FCR-N liityntään (kuva 13).



KUVA 13. Pohjoismaissa käytössä olevat reservit (Fingrid Oy 2021)

Mahdolliseen kulutusjoustoan liittymisen kannalta tulee selvittää sähkökäyttöpisteestä kulutusjoustoan käytettävän tehon määrä, mahdollisen liitettävän tehon joustoaika, mahdollisuus käyttää varavoimakapasiteettia, sekä markkina-alue johon jousto liitetään. Lisäksi tulee selvittää, kuka huolehtii markkinapaikan tarjouksien kaupoista. Se voi olla sähkönmyyjä, palveluntarjoaja, ulkopuolinen yritys tai esimerkiksi liittymäasiakas itse. (Elfi 2021)

Kun edellä olevat asiat ovat määriteltäviä voidaan lähteä katsomaan kulutusjoustoan liittymistä. Työssä tarkasteltiin energiaraportin kautta tulevan tiedon osalta tehtaan liittämistä kulutusjoustoan, jossa palveluntarjoajana on Siemens Oy.

7.1 Kulutusjoustoan mahdollisuus Mondin Powerflute Oy

Työn yhtenä aiheena oli kulutusjoustoan mahdollinen liittäminen tehtaan sähkön kulutuskohteisiin. Tätä tarkisteltiin sekä prosessin, että kiinteistösähkön kulutuksen kannalta. Näiden sähkönkulutuskohteiden tarkastelussa voitiin nähdä, että prosessissa energiamäärät ovat useita megawatteja, kun taas kiinteistösähkössä kokonaiskulutus on noin yhden megawatin luokkaa. Kuitenkin prosessin säättäminen tai keskeyttäminen ei ole järkevää tai mahdollista kulutusjoustoan liittämiseen, niin tarkastelu täytyy siirtää kiinteistösähkön puolelle.

Kiinteistösähkön kulutusjousto on mahdollista toteuttaa valaistuksen ja ilmanvaihdon, sekä jäähdytyksen kautta. Tämän mahdollistaa kiinteistön eri laitteiden liittäminen rakennusautomaatiojärjestelmiin, joilla näitä voidaan ohjata tarvittaessa. Kulutusjoustoan lisänä voidaan käyttää myös nykyaikaista sähkövarastoa, joka liitetään automaatioon osana kiinteistön sähköverkkoa.

Tarkastellessa eri osa-alueita, täytyy ottaa huomioon vaikutus niin prosessiin kuin ympäristötekijöihin. Toleranssit niin ilmastonin, jäähdytyksen kuin valaistuksen osalta tulee määritellä tarkasti.

Valaistusta ei voida useassakaan kohdassa säätää niin voimakkaasti, jotta siitä ei tulisi riskiä turvallisuuteen. Kohteissa, joissa valaistuksen tasoa voidaan säätää, tulee suunnitelmassa olla selvä minimitaso, jolle valaistus voidaan ohjata ilman että se vaikuttaa liian negatiivisesti ympäristön turvallisuuteen.

Ilmanvaihdossa sähkönkulutukset ovat pienempiä, mutta näiden säätö on huomattavasti helpompi toteuttaa uusilla ilmanvaihtolaitteistoilla ja vaikutukset turvallisuuteen tai viihtyvyyteen on vähäisempi. Huoneilman laadun mittauksilla ja ilmanvaihtokoneiden säätöalueiden rajoituksilla voidaan saavuttaa hyvä sisäilma ja kuitenkin mahdollisuus joustoon liittyminen.

Jäähdytyksen osalta suurimmat energiankulutuksen kohteet ovat prosessin sähkö-, ja automaatiotilat, joiden jäähdytystä ei voida keskeyttää tai säätää alemmaksi pitkäksi aikaa. Jos näiden tilojen jäähdytys keskeytetään tai säädetään hetkellisesti alemmalle teholle, joutuu laitteisto toimimaan käynnistyessään suuremmalla teholla aluksi, jotta haluttu lämpötilataso saavutetaan. Tässä tilanteessa energiaa kulutetaan enemmän kuin jäähdytystä ei olisi katkaistu tai säädetty ollenkaan, vaikkakin hetkellisesti saataisiin kuormaa vähennettyä. Jäähdytyksen katkaiseminen tuo myös mahdollisuuden jäähdytettävän laitteiston vikaantumiseen liian korkean ympäristön lämpötilan vuoksi, jolloin järkevintä on jättää jäähdytyslaitteisto pois kulutusjousta.

7.1.1 Kulutusjoustaon mahdolliset liitettävät laitteistot

Mahdollisia liitettäviä kohteita tehtaalla sijaitsee valmiiksi vähäisesti. Tuotevaraston valaistusta voidaan säätää portaattomasti ja valaisimien tehoa voitaisiin alentaa noin 20–30%, ilman turvallisuuden merkittävää heikentymistä.

Kartonkikoneen huvan alueelle ollaan rakentamassa valaistusta, jonka tehoa ja valaistustasoa voidaan säätää. Tämän valaistuksen osalta säätäminen kulutusjoustaon osana tulee tarkastella turvallisuus näkökohdista, jolloin määritellään minimivalaistustasot tiloille.

Muualta osin valaistuksien liittäminen kulutusjoustaon joudutaan valaistusta uusimaan nykyaikaiseen led-valaistukseen, jotta säätömahdollisuus saadaan. Vanhojen valaisimien liittämässä ohjaukseen ilman säätöä, tulee huomioida polttimoiden eliniän lyheneminen, jos niitä kytketään päälle ja pois. Esimerkiksi loisteputkivalaisimet ovat tällaisia, sekä monimetallivalaisimissa ja vastaavissa hidas syttyminen aiheuttaa viivettä valaistustason palautumiseen. Näiden vaihtaminen uusiin led-valaisimiin antaa mahdollisuuden liittää ne kulutusjoustaon.

Jotta kulutusjoustaon minimivaatimukset saataisiin toteutettua, tulisi valaistuksessa pieniä kohteita lisätä kokonaisvaltaisesti usealta eri alueelta tehtaan ympäristössä. Tämän avulla saadaan jo kohtalaisia kuormia kulutusjoustaon mahdollistamiseksi.

Mahdollisia lisättäviä kohteita:

- Ulkovalaistukset
- Tievalaistus

- Salin valaistus (osittain säädettävänä)
- Sähkötilat
- Tekniset tilat
- Pukuhuone ja sosiaalitilat

Kyseisiin tiloihin olisi helpointa lähteä rakentamaan automaatiolla ohjattua valaistusta ja pystyä säilyttämään minimitaso valaistuksessa. Useissa tiloissa voidaan valaistusta rakentaa päälle/pois tyyli-
sesti ja kuitenkin saada toteutettua riittävä valaistustaso mahdollisilla valaisimien ryhmäjaolla. Huomioitava kuitenkin mahdollisen kulutusjoustopäivä, millä esimerkiksi valaistustehoa lasketaan, joka ei voi olla kohtuuttoman pitkä.

7.2 Akkuteknologialla oleva sähkövarasto

Akkuteknologian kehittyessä on markkinoille alkanut tulemaan lisääntyvässä määrin litiumioni kennoihin perustuvia sähkövarastoja. Tämä akkutyyppi on vakiinnuttanut ominaisuuksillaan, joihin kuuluu korkea hyötysuhde, pitkä elinikä, korkea energiatiheys ja niiden itsepurkautuminen on alhaista. (Siemens Oy 2021)

Näiden tarkoituksena on tasoittaa joko asiakkaan tai jakeluverkon rasitteena olevia kulutushuippuja ja loistehoa. Tehdasympäristössä, jossa kulutus on suurta, voidaan akkuteknologiaan perustuvan sähkövaraston toimintaa tarkastella hieman samalla tavalla kuin se sijaitisi jakeluverkossa. Tällöin sähkövaraston pääasialliset käyttökohteet olisivat sähkön laadun ja toimitusvarmuuden parantaminen ja omakäyttösähkön tarjonta mahdollisissa vikatilanteissa.

7.2.1 Sähkövaraston kustannukset ja hyödyt

Sähkövaraston elinkaarikustannukset muodostuvat investointikustannuksesta, käyttö- ja ylläpitokustannuksista, sekä mahdollisista akustojen vaihto-, hävitys-, ja purkukustannuksista. Näistä kustannuksista käyttö- ja ylläpitokustannuksien tietoja ei ole vielä helposti saatavilla tai laskettavissa, koska teknologia on vielä suhteellisen nuorta ja käyttökokemusta näistä on kertynyt vasta vähän.

Näiden kustannusten suuruutta on hankala skaalata eri kokoluokkien laitteistoille, joten nämä täytyy tarkastella tapauskohtaisesti ja laskelmat tehdä juuri kyseiselle laitteistolle.

Tuottojen laskemisessa voidaan käyttää hyväksi loistehon tasaamisessa saatava hyöty ja sähkönjakelun mahdollisesta keskeytymisestä aiheutuvien kustannuksien suuruus. Myös kulutusjoustopäivät voidaan katsoa akuston takaisinmaksuun ja tuottoarvoon. (Siemens Oy 2021)

Sähkönjakelun keskeytyksiä tapahtuu mutta nämä ovat yleisesti pidempijaksoisia huoltotöitä linjastossa tai mahdollisen ukkoson aiheuttamia. Tällaisessa tilanteessa sähkövarastosta ei ole isoa hyötyä, koska tehdas ei pysty toimimaan ilman kantaverkon syöttöä tehokkaasti. Lyhytkestoisia ukkosista tai vastaavista tapahtumista johtuvia sähkönjakelun keskeytyksiä tulee useammin mutta näissä tilanteissa jopa sähkövaraston olemassaolo ei varmuudella auta suuritehoisten moottoreiden ja laitteiden päällä pysymisessä. Näissä tilanteissa verkossa tapahtuu usein häiriöitä, jotka aiheuttavat suojalaitteistojen laukeamisen.

Tästä näkökulmasta sähkövaraston suurin hyöty tulisi mahdollisesti olemaan kantaverkon kulutusjouston osana, sekä vikatilanteen sattuessa turbiinin ja generaattorin kuorman tasaajana ja osana loistehon kompensoinnissa. Kulutusjouston tuotto olisi suoraan verrannollinen akuston kokoon ja Fingrid Oy:n maksamaan taajuusohjatun käyttöreservin tuntimarkkina hintaan, sekä käytetäänkö koko akuston kokoa jouston osana.

Esimerkiksi vuonna 2020 taajuusohjatun käyttöreservin keskiarvohinta oli 21.19 €/MW, kuitenkin vuodelle 2021 on nähtävissä hieman alhaisempi hintataso. Marraskuuhun 2021 asti katsottuna keskiarvohinta on siihen mennessä ollut 14.46 €/MW. (Fingrid Oy 2021).

Sähkövaraston suunnittelu näkökohdasta tulisi huomioida useita asioita kuten jännitetaso, johon se liitetään. Suuri kapasiteettinen sähkövarasto olisi järkevintä kytkeä suoraan keskijännite linjaan, jolloin sen kapasiteetti on käytettävissä kaikilla tehtaan jännitetasoilla. Täytyy huomioida myös sijoitus jakeluverkoston nähden, sekä turvallisuuden kannalta sijainti tehdasympäristössä. Akustot täytyy pitää tasalämpöisinä ympäri vuoden ja vikatilanteiden kannalta kuitenkin kauempana rakennuksista mahdollisten oikosulku ja tulipalojen varalta.

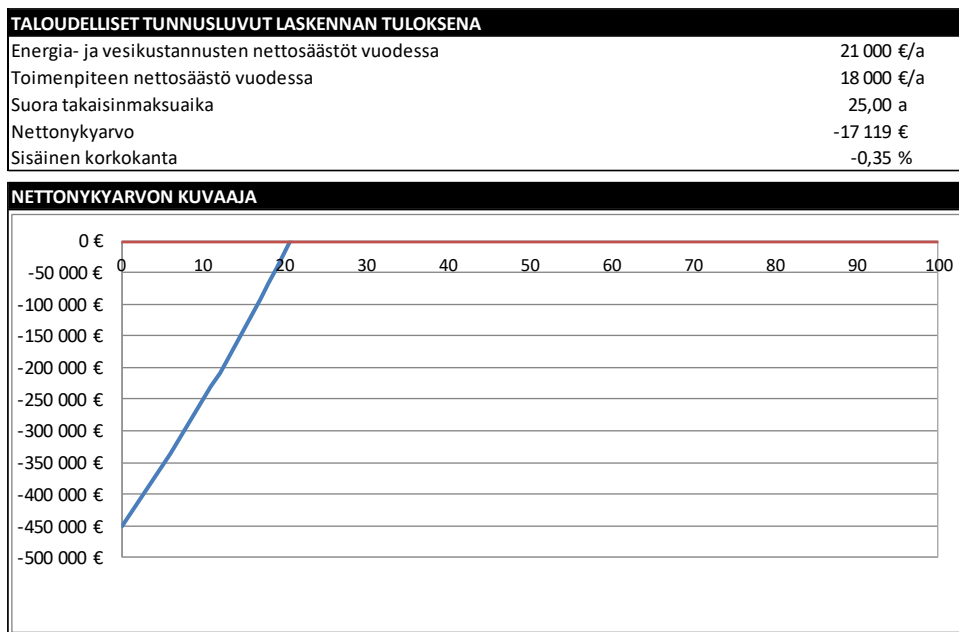
7.3 Aurinkosähköjärjestelmä

Aurinkosähköjärjestelmät ovat nykyään kasvavassa määrin lisääntymässä niin kotitalouksissa kuin suuremmissakin kohteissa. Järjestelmien hinnat ja hyötysuhteet ovat parantuneet alkuaikojen järjestelmistä, jolloin näiden hankkiminen on tullut järkevämmäksi. Nykyaikaisten aurinkopaneelien hyötysuhteet ovat 15-20% luokkaa.

Kohteesta löytyy erinomainen sijainti mahdolliselle aurinkosähköjärjestelmälle tuotevaraston katolla, jossa on tasaista ja mahdollisia varjostuksia ei sijaitse alueella. Alueen koko johon paneelit saisi sijoitettua on 30m x 100m. Tämä antaisi mahdollisuuden noin 400 kWp tehoiselle järjestelmälle. Aurinkosähköjärjestelmiä olisi mahdollista toteuttaa myös muissa tehdasrakennuksissa, kattojen tasaisuuden tuoman helpon asennusolosuhteiden myötä. (Siemens Oy 2021)

Aurinkosähköjärjestelmän takaisinmaksu on kuitenkin yrityksellä, joka on liitettynä kantaverkkoon huomattavasti huonompi kuin keski-, tai pienjänniteliittymän asiakkaalla. Tämä johtuu sähkön hinnan halvemmasta hinnasta. Kyseisen 400 kWp tehoisen järjestelmän arvioitu tuotto vuodessa olisi 300-350Mwh luokkaa ja tämä toisi noin 21.000 euron suuruisen hyödyn vuodessa, jos sähkön keskimääräinen ostohinta arvioidaan noin 60€/Mwh. (Siemens Oy 2021)

Takaisinmaksuaika voidaan laskea arvioidusta kustannuksesta ja vuosittaisesta hyödystä, sekä huoltokustannuksista (kuva 14). Käytetään laskennassa arviota tuotosta 350Mwh ja huoltokustannuksien määräksi 15.000 euroa viidennes vuosittain. Laskurina käytetty Motiva Oy:n sivuilta löytyvä toimenpiteen taloudellinen kannattavuus laskuria.



KUVA 14. Excel taulukon kuvaaja takaisinmaksuajan laskennasta (Motiva 2021)

Kuvaajasta voidaan nähdä, että takaisinmaksuaika nousee 25 vuodelle, joka on liian pitkä takaisinmaksuaika näin suurelle investoinnille. Tästä johtuen järjestelmää kannattaa tarkastella mahdollisena päästöttömänä energiantuotantona ja arvioida sitä enemmän myönteisenä merkinä yrityksen pyrkimyksenä ympäristöystävälliseen energian tuotantoon.

Suurin hyöty mahdollisesta järjestelmästä voitaisiin saada akustolla toimivan sähkövaraston ylläpidon laturissa tai jäähdytyksen käyttämän energian kompensointiin. Jäähdytystä tarvitaan yleisesti eniten silloin kun aurinkoiset kelit lämmittävät rakennuksia ja tällöin aurinkopaneelien tuotto on parhaimmillaan.

8

POHDINTA

Rakennus- ja kiinteistöautomaatio on nykypäivän rakentamisessa jo lähtökohtaisesti suunnitteluvaiheessa toteutettava työ. Nykyaikaiset rakennusmääräykset johtavat siihen, että suuremmissa kokonaisuuksissa on järkevämpää ja tehokkaampaa käyttää keskitettyä automaatiota hajautettujen usean valmistajan laitteistoihin verrattuna.

Työn kannalta oli mielenkiintoista tutkia tehdasta alueena ja pohtia automaation mahdollisuuksia ja niiden tuomaa säästöä ja järkevyyttä. Monessa kohteessa eri alueilla tulee vastaan se, että on järkevämpää odottaa suurempaa remonttia tai muuta uudistusta ennen automaatioon liittämistä. Tämä toi haastavuutta raportin kokoamiseen, koska suuri osa työhön keräämästä aineistosta jäi pois jo alkutarkastelun jälkeen. Tähän yleensä liittyi suoraan liian vanha tekniikka, jolloin automaation lisäämisen mahdollisuutta ei ollut. Näissä kohtaa jouduin katsomaan tilanteen niin, että on järkevämpää odottaa isompaa remonttia ja investointia kohteeseen.

Joitain osia tehtaan alueista on liitetty työn edetessä jo valaistuksen osalta automaatioon, mutta hallintotasoa ei ole vielä rakennettu, jolloin valaisimet toimivat täysin ohjelmoidun ohjelman mukaisesti ja periaatteessa vain paikallisohjattuna. Hallintotason rakennuksen jälkeen näiden valaistuksien

mahdollinen ohjaaminen ja kunnonvalvonta saadaan jo sellaiselle tasolle, johon automaatio on tarkoitettu.

Työn haasteena on ollut samanaikaisesti työskentely tehtaalla, joka on tuonut paljon tietoa tehdasympäristöstä ja tätä kautta myös tulevaisuuden mahdollisista korjaus- ja uudisrakentamisesta. Tästä johtuen tarkastelussa esille tulleissa kohdissa on joutunut sen ohittamaan, koska tiedossa on jo valmiiksi tämän alueen tuleva uudistus tai remontointi. Näihin on tuotu suunniteluun mukaan valmiiksi jo mahdollinen kiinteistöautomaation käyttö, joka on näin ollen saatu kytkettyä jo työn alkuperäiseen tarkoitukseen.

Tämän vuoksi opinnäytetyön tekeminen on ollut samalla raportointia ja pohdintaa itselle, kuinka tulevaisuudessa tehtaalle tulisi kiinteistöautomaatiota rakentaa. Tutustuminen laitekantaan ja ohjelmistoihin on tuonut tietoa, jota uskon tulevaisuuden tehtävissä pystyvänä hyödyntämään laajalla sektorilla kiinteistöautomaation osalta.

Tulevaisuudessa remonttien yhteydessä toteutettava kiinteistöautomaatioon liittyminen tuo huomattavasti paremmat edellytykset ja olosuhteet laitteistojen toiminnoille, kuin niiden lisääminen vanhaan tekniikkaan ja pyrkimys tätä myöden saada uudistusta aikaiseksi. Johdonmukainen uusiutuminen kiinteistösähköistyksen puolella mahdollistaa tulevaisuudessa paremmat työskentely olosuhteet ja mahdollisuuden hyödyntää kulutusjouston tuomaa tuottoa parantamaan investointien takaisinmaksua. Tämä tuo mahdollisuuden uudenlaiseen ansaitsemismalliin, jossa energiasäästöistä voidaan saada tuottoa muutenkin kuin pienemmässä laskussa.

Energiakatselmuksen tekemisessä yhteistyössä Siemens Oy:n kanssa pystyi näkemään yhdenmukaisuuden omiin ajatuksiin energiansäästön toteutuksessa. Kuitenkin heidän tarjoaman mahdollisen akkukäyttöisen sähkövaraston suhteen, jouduin huomaamaan asiaa tutkiessa myös niiden heikkoudet. Tekniikka, jolla tällainen akkuvarasto toteutetaan, on jo käytössä muualla mutta silti ei voida vielä kannattavuutta varmuudella laskemaan tarkasti. Kannattavuuden suurimmat epävarmuudet tulevat laitteiston akkujen ikääntymisestä, kompensoinnin tehokkuudesta ja mahdollisesta reservinä toimimisen palkkion vaihtelevasta hinnoittelusta.

LÄHTEET

- BACnet julkaisuajankohta tuntematon. Pics. Verkkojulkaisu. <http://www.bacnet.org/DL-Docs/index.html>. Viitattu 6.4.2021.
- Elfi Suomen sähkökäyttäjät. 2021 <https://www.elfi.fi/sahkomarkkinat/sahkonkayton-kysyntajousto/> Viitattu 15.11.2021
- Fingrid Oy. 2021 Reservit ja säätösähkö, <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/reservit-ja-saato-sahko/#reservilajit> Viitattu 15.11.2021
- Fingrid Oy. 2021 Taajuusohjattu käyttö- ja häiriöreservi (FCR-N ja FCR-D), vuosimarkkinahankinta ja toteutuneet tuntikaupat, <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/sahkomarkkinainformaatio/reservimarkkinainformaatio/Taajuusohjattu-kaytto-ja-hairioreservi-vuosimarkkinahankinta-ja-toteutuneet-tuntikaupat/>
- Finlex 733/2020: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200733#Lidp446315280>. Viitattu 15.4.2021.
- Hersent, O., Boswarthick, D. & Elloumi, O. 2012. The internet of things: Key applications and protocols. 1st edition. Chichester, West Sussex: Wiley.
- KNX Finland ry. 2021 ETS <https://www.knx.fi/index.php?k=220467>
- Kopra, Tuomas 2021. Järjestelmäasiantuntija. Siemens Oy. Tietoja ohjelmistosta ja ohjelmointiin. Yksityinen sähköpostiviesti 6.5.2021. Viestin saaja: Heikki Räisä
- MODBUS over serial line specification and implementation guide V1.02. 2006 https://modbus.org/docs/Modbus_over_serial_line_V1_02.pdf. Viitattu 6.4.2021.
- Mondi Powerflute Oy. 2021. Intranet [Online] Mondi Powerflute Oy, Marraskuu 2021.
- Motiva Oy. 2021 https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/sahkon_kulutusjousto/pieni_sanakirja_kulutusjoustosta Viitattu 12.5.2021
- Motiva Oy. 2021 https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energiakatselmukset/laskentatyokalu_energiatehokkuustoimien_taloudellisen_kannattavuuden_tarkasteluun Viitattu 12.5.2021
- Piikkilä, V., Sahlstén, T. & Karppinen, E. 2017. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät (2. uud. painos.). Sähköinfo Oy.
- SFS-EN 15232-1:2017: Rakennusten energiatehokkuus. Osa 1: Kiinteistöautomaation, ohjauksen ja kiinteistönhallinnan vaikutus. Moduulit M10-4,5,6,7,8,9,10.
- SFS-EN ISO 16484-5: Building automation and control systems, Part 5: Data communication protocol. 2021. Suomen standardisoimisliitto. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/529410.html.stx>. Viitattu 30.10.2021.
- Siemens Oy. 2021 Automaatioyksikkö modulaarinen PXC..D <https://hit.sbt.siemens.com/RWD/app.aspx?RC=FI&lang=fi&MODULE=Catalog&ACTION=ShowProduct&KEY=BPZ%3aPXC100..D%2fPXC200..D>
- Siemens Oy. 2021 Huoneautomaatiokeskukset <https://hit.sbt.siemens.com/RWD/app.aspx?RC=FI&lang=fi&MODULE=Catalog&ACTION=ShowProduct&KEY=BPZ%3aPXC3.E..> Viitattu 18.6.2021.

Siemens Oy. 2021 TXA1.IBE <https://hit.sbt.siemens.com/RWD/app.aspx?RC=FI&lang=fi&MODULE=Catalog&ACTION=ShowProduct&KEY=BPZ%3aTXA1.IBE>

Siemens Oy. 2021 TXM1.8X <https://hit.sbt.siemens.com/RWD/app.aspx?RC=FI&lang=fi&MODULE=Catalog&ACTION=ShowProduct&KEY=BPZ%3aTXM1.8X>

ST 21.32 Rakennusten energiatehokkuusvaatimusten huomioonottaminen sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien suunnittelussa. 2020. Sähköinfo Oy.

ST 701.60 Talotekniikan kenttäväyläteknikka. Peruskäsitteet ja suunnittelun perusteita. 2016. Sähköinfo Oy.

ST 710.00 Rakennusautomaatiojärjestelmän säädökset, määräykset, standardit ja ohjeet. 2020. Sähköinfo Oy.

LIITE1: LAKI RAKENNUKSIEN VARUSTAMISESTA SÄHKÖAJONEUVOJEN LATAUSPISTEILLÄ JA LATAUSPISTEVALMIUKSILLA SEKÄ AUTOMAATIO- JA OHJAUSJÄRJESTELMILLÄ (FINLEX 733/2020)

12 §

Korjaus- ja muutostyön kohteena olevan rakennuksen varustaminen rakennuksen automaatio- ja ohjausjärjestelmällä

Haettaessa maankäyttö- ja rakennuslain 125 §:n mukaista rakennuslupaa tai 126 §:n mukaista toimenpidelupaa lämmitys- tai ilmastointijärjestelmän korjaus- ja muutostyöhön muussa rakennuksessa kuin asuinrakennuksessa, rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennukseen suunnitellaan ja asennetaan rakennuksen automaatio- ja ohjausjärjestelmä. Automaatio- ja ohjausjärjestelmä on asennettava sellaiseen rakennukseen, jonka lämmitysjärjestelmän tai yhdistetyn tilojen lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän nimellisteho on yli 290 kilowattia, ja rakennukseen, jonka ilmastointijärjestelmän tai yhdistetyn ilmastointi- ja ilmanvaihtojärjestelmän nimellisteho on yli 290 kilowattia.

13 §

Olemassa olevan rakennuksen varustaminen rakennuksen automaatio- ja ohjausjärjestelmällä.

Rakennuksen omistajan on huolehdittava, että käytössä oleva muu rakennus kuin asuinrakennus, jonka lämmitysjärjestelmän tai yhdistetyn tilojen lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän nimellisteho on yli 290 kilowattia, on varustettu rakennuksen automaatio- ja ohjausjärjestelmällä viimeistään 31 päivänä joulukuuta 2024.

14 §

Rakennuksen automaatio- ja ohjausjärjestelmää koskevat vaatimukset

Edellä 11–13 §:ssä tarkoitetun rakennuksen automaatio- ja ohjausjärjestelmän on kyettävä:

- 1) jatkuvasti seuraamaan, kirjaamaan ja analysoimaan energian käyttöä sekä mahdollistamaan käytön mukauttaminen;
- 2) tekemään vertailevaa analyysiä rakennuksen energiatehokkuudesta, havaitsemaan rakennuksen teknisten järjestelmien tehokkuuden heikkeneminen ja ilmoittamaan tiloista tai rakennuksen teknisestä hallinnoinnista vastaavalle henkilölle energiatehokkuuden parantamiseen liittyvistä mahdollisuuksista; ja
- 3) mahdollistamaan viestintä toisiinsa yhteydessä olevien rakennuksen teknisten järjestelmien ja muiden rakennuksen sisäisten laitteiden kanssa sekä yhteentoimivuus rakennuksen teknisten järjestelmien välillä erilaisesta valmistajakohtaisesta teknologiasta, laitteista ja valmistajista riippumatta. (Finlex 733/2020)

15 §

Rakennuksen automaatio- ja ohjausjärjestelmän asentamisvelvollisuutta koskeva poikkeus

Mitä 12 ja 13 §:ssä säädetään, ei sovelleta, jos:

- 1) rakennuksen automaatio- ja ohjausjärjestelmän asentaminen ei ole teknisesti tai taloudellisesti toteutettavissa;
- 2) rakennuksen lämmitys- tai ilmastointijärjestelmä ei ole sellainen, jota voidaan automaatiolla ohjata; tai
- 3) 14 §:n vaatimukset voidaan täyttää useamman järjestelmän kokonaisuudella, joka myös voi liittyä useaan rakennukseen.

6 §

Laajamittaisesti korjattavan rakennuksen varustaminen sähköajoneuvojen latauspisteillä tai latauspistevalmiudella

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennuksen yhteyteen suunnitellaan ja asennetaan sähköajoneuvojen latauspisteet tai latauspistevalmius tämän lain mukaan, jos kyse on laajamittaisesta korjaustyöstä, jonka rakentamiseen on haettava maankäyttö- ja rakennuslain 125 §:n mukainen rakennuslupa.

Sellaisen laajamittaisen korjauksen kohteena olevan asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on enemmän kuin neljä pysäköintipaikkaa, on asennettava latauspistevalmius siten, että jokaiseen pysäköintipaikkaan voidaan myöhemmin asentaa latauspiste.

Sellaisen laajamittaisen korjauksen kohteena olevan muun kuin asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on yli 10 pysäköintipaikkaa, on asennettava yksi suuritehoinen latauspiste tai vaihtoehtoisesti:

- 1) vähintään yksi normaalitehoinen latauspiste, jos pysäköintipaikkoja on 11–50;
- 2) vähintään kaksi normaalitehoista latauspistettä, jos pysäköintipaikkoja on 51–100;
- 3) vähintään kolme normaalitehoista latauspistettä, jos pysäköintipaikkoja on yli 100.

Sen lisäksi, mitä 3 momentissa säädetään, sellaisen muun rakennuksen kuin asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on 11–30 pysäköintipaikkaa, on asennettava latauspistevalmius vähintään 50 prosenttiin pysäköintipaikoista. Jos pysäköintipaikkoja on yli 30, latauspistevalmius on asennettava vähintään 20 prosenttiin pysäköintipaikoista kuitenkin niin, että latauspistevalmius on vähintään 15 pysäköintipaikassa. Jos pysäköintipaikkaan on asennettu latauspiste, se täyttää pysäköintipaikan latauspistevalmiutta koskevan vaatimuksen.

Mitä 2–4 momentissa säädetään, koskee sellaisia rakennuksia, joissa:

- 1) pysäköintipaikat sijaitsevat rakennuksessa ja korjaukset kattavat rakennuksen pysäköintipaikat tai rakennuksen sähköjärjestelmän; tai
- 2) rakennuksen pysäköintipaikat sijaitsevat kiinteistöllä, jolla rakennus sijaitsee, ja korjaukset kattavat pysäköintipaikat tai pysäköintipaikkojen sähköjärjestelmän.

7 §

Olemassa olevan rakennuksen varustaminen sähköajoneuvojen latauspisteillä

Rakennuksen omistajan on huolehdittava, että sellaisessa käytössä olevassa muussa rakennuksessa kuin asuinrakennuksessa, jonka yhteydessä on enemmän kuin 20 pysäköintipaikkaa rakennuksessa tai kiinteistöllä, on asennettuna vähintään yksi latauspiste viimeistään 31 päivänä joulukuuta 2024.

8 §

Pysäköintitalon varustaminen sähköajoneuvojen latauspistevalmiudella

Yhden tai useamman asuinrakennuksen pysäköinnin järjestämiseen tarkoitetun uuden pysäköintitalon rakentamiseen ryhtyvän on huolehdittava, että pysäköintitaloon suunnitellaan ja asennetaan sähköajoneuvojen latauspistevalmius siten, että jokaiseen pysäköintipaikkaan voidaan myöhemmin asentaa latauspiste, jos kyse on sellaisesta hankkeesta, jonka toteuttamiseen on haettava maankäyttö- ja rakennuslain 125 §:n mukainen rakennuslupa.

Yhden tai useamman asuinrakennuksen pysäköinnin järjestämiseen tarkoitetun pysäköintitalon laajamittaiseen korjaustyöhön ryhtyvän on huolehdittava, että pysäköintitaloon suunnitellaan ja asennetaan sähköajoneuvojen latauspistevalmius siten, että jokaiseen pysäköintipaikkaan voidaan myöhemmin asentaa latauspiste, jos kyse on sellaisesta hankkeesta, jonka toteuttamiseen on haettava maankäyttö- ja rakennuslain 125 §:n mukainen rakennuslupa.

9 §

Sähköajoneuvojen latauspisteitä ja latauspistevalmiutta koskevat vaatimukset

Edellä 5–8 §:ssä tarkoitettujen latauspisteiden on oltava teknisiltä ominaisuuksiltaan vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2014/94/EU liitteen II teknisten eritelmien mukaisia normaalitehoisia tai suuritehoisia latauspisteitä.

Edellä 5, 6 ja 8 §:ssä tarkoitettujen latauspistevalmiuden on oltava sellainen, että pysäköintipaikkaan voidaan myöhemmin asentaa 1 momentissa tarkoitettujen teknisten eritelmien mukainen latauspiste.

Edellä 5–7 §:ssä tarkoitettujen latauspisteet voivat myös olla liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta annetussa laissa tarkoitettuja julkisia latauspisteitä.

Edellä 5 §:n 3 momentissa ja 6 §:n 3 momentissa tarkoitetuista latauspisteistä vähintään yhden kaikkien käytössä olevan latauspisteen tulee olla asennettuna pysäköintipaikkaan, joka on vähintään 3,6 metriä leveä ja vähintään 5,0 metriä pitkä.