

Jukka Ylitalo

RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU TEHDASALUEELLE

Case Bet-Ker Oy

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Syyskuu 2023**



TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Syyskuu 2023	Tekijä/tekijät Jukka Ylitalo
Koulutus Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma		<input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK
Työn nimi RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU TEHDASALUEELLE Case Bet-Ker Oy		
Työn ohjaaja Hannu Puomio		Sivumäärä 31 + 4
Työelämäohjaaja Jarkko Karsikas		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Bet-Ker Oy:n työnjohdon tarve tehdasalueen kiinteistöjen rakennusautomaatiojärjestelmille. Tutkimushetkellä alueen kiinteistöissä oli erilaisia säätö- ja ohjauslaitteita, joita säädettiin kyseisistä rakennuksista. Mahdolliset hälytykset ja vikatiedot jäivät paikallisten hälytysvalojen varaan.</p> <p>Uusi rakennusautomaatiojärjestelmä kokoaa tiedot kiinteistöjen säätö- ja ohjauslaitteista, mahdollistaa etävalvonnan työnjohdolle tietokoneilta sekä mobiililaitteilta, ilmoittaa välittömästi mahdollisista vikatiedoista sekä antaa mahdollisuuden säätää ja tarkkailla lämpötiloja kaikissa kiinteistöistä.</p> <p>Työn tuloksena saatiin suunniteltua mahdollisimman kattava ja toimiva automaatiojärjestelmä. Suunnittelujen pohjalta toteutettiin automaatiojärjestelmän asennus ja käyttöönotto opastuksineen asiakkaalle. Lopputuloksena oli toimiva ja informatiivinen järjestelmä, jota voidaan laajentaa tulevaisuudessa tarpeiden mukaan.</p>		
Asiasanat Kenttälaite, kenttäväylä, rakennusautomaatio, valvonta-alakeskus (VAK)		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date September 2023	Author Jukka Ylitalo
Degree programme Electrical and Automation Engineering		
Name of thesis DESIGNING A BUILDING AUTOMATION SYSTEM FOR A FACTORY AREA Case Bet-Ker Oy		
Centria supervisor Hannu Puomio	Pages 31 + 4	
Instructor representing commissioning institution or company Jarkko Karsikas		
<p>The purpose of this thesis was to find out what kinds of need the work management of Bet-Ker Oy have for the building automation systems in the factory area. At the time of the study, the properties in the area had various adjusting and control devices that were controlled from the buildings in question. Possible alarms and fault information were left to the local alarm lights.</p> <p>The new building automation system gathers information about the property's control and control devices, enables remote monitoring for work management from computers and mobile devices, immediately reports possible fault information, and provides the ability to adjust and monitor temperatures in all properties.</p> <p>As a result of the work, the most comprehensive and functional automation system was planned. Based on the designs, the installation and commissioning of the automation system was carried out with instructions for the customer. The end result was a functional and informative system, which can be expanded in the future according to needs.</p>		
Key words Building automation, field bus, field device, substation		

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

AI

Analog Input, analoginen tulo automaatiojärjestelmässä

AO

Analog Output, analoginen lähtö automaatiojärjestelmässä

DDC

Direct Digital Controller, suora digitaalinen säätö

DI

Digital Input, digitaalinen tulo automaatiojärjestelmässä

DO

Digital Output, digitaalinen lähtö automaatiojärjestelmässä

I/O

Sisään- ja ulostulopiste automaatiojärjestelmässä

IV-Kone

Ilmanvaihtokone

LAN

Local Area Network, lähiverkko

LTO

Lämmöntalteenotto

MBus

Meterbus, mittariväylä

MODBUS TCP

Modbus TCP on lähiverkossa laitteiden välinen väylä

MODBUS RTU

Modbus RTU on sarjaliikenteinen laitteiden välinen väylä

RAU

Rakennusautomaatio

TCP/IP

Transmission Control Protocol/Internet Protocol. Tietoliikenneprotokolla, jota käytetään internetliikennöintiin

VAK

Valvonta-alakeskus

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 BET-KER OY.....	2
3 RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ	4
3.1 Rakennusautomaation historia	4
3.2 Rakennusautomaation merkitys kiinteistöissä	6
3.3 Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne.....	7
3.3.1 Hallintotaso.....	7
3.3.2 Automaatiotaso.....	8
3.3.3 Kenttätaso	8
3.3.4 Integroidut rakennusautomaatiojärjestelmät	9
4 RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ DEOS AG	10
4.1 DDC-ohjaimet.....	10
4.2 IO-moduulit	12
4.3 Käyttölaitteet	12
4.4 Sensorit ja termostaatit.....	13
4.5 Venttiilit ja ohjaimet	14
4.6 Ohjelmistot.....	14
5 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT JA LAITEPISTEIDEN KARTOITUS.....	16
5.1 Valuhalli.....	16
5.2 Kuivatuotetehdas.....	17
5.3 Pieni kuivatuotetehdas.....	17
5.4 Murska ja hienojauhatus.....	17
5.5 Laboratorio	18
5.6 Paja	18
5.7 Pääkonttori	18
6 VALUHALLIN RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ	19
6.1 Valvonta-alakeskus VAK-1:n laitteet.....	20
6.1.1 Tuloilmakojeet TK01 ja TK02	21
6.1.2 Sähkö- ja kaasu-uunit.....	22
6.1.3 Energiamittarit.....	22
6.1.4 Valaistuksen ohjaus	22
6.1.5 Kaukolämpö.....	23
6.1.6 Nosto-ovet.....	23
6.1.7 Sekoittajien käyntitiedot.....	23
6.1.8 Paineilma.....	23
6.2 Kaapelointi ja asennukset.....	24
6.3 Käyttöliittymän visualisointi	24
6.4 Laitteiston käyttöönotto.....	29
7 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT	30

LÄHTEET	31
LIITTEET	

KUVIOT

KUVIO 1. Bet-Ker Oy:n tontti ja kiinteistöt.....	3
--------------------------------------------------	---

KUVAT

KUVA 1. Rakennusautomaation perinteinen rakenne	7
KUVA 2. DDC-ohjaimet	11
KUVA 3. IO-moduulit	12
KUVA 4. Käyttölaitteet	13
KUVA 5. Sensorit ja termostaatit	13
KUVA 6. Venttiilit ja ohjaimet.....	14
KUVA 7. FUP XL -ohjelmointinäkyvä	15
KUVA 8. Käyttöliittymä.....	15
KUVA 9. Deos OPEN 710 EMS	19
KUVA 10. Entinen VAK-laitteisto	20
KUVA 11. Uusittu VAK-laitteisto.....	21
KUVA 12. Dialuxilla tehty valuhallin pohjakuva	25
KUVA 13. Asemakuva rakennuksineen	25
KUVA 14. Käyttöliittymän aloitussivu	26
KUVA 15. Valuhallin käyttöliittymä.....	26
KUVA 16. TK02-käyttöliittymä	27
KUVA 17. Kaukolämmön käyttöliittymä.....	28
KUVA 18. KWh-raportoinnin käyttöliittymä.....	28

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Laittevertailu	11
----------------------------------	----

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Bet-Ker Oy:n tehdasalueelle nykyaikainen ja toimiva rakennusautomaatiojärjestelmä, johon saataisiin yhdistettyä jokaisen kiinteistön tiedot, ohjaukset ja seurannat. Tässä työssä keskityttiin ensisijaisesti valuhallissa sijaitsevaan nykyisiä tuloilmakoneita ohjaavan valvonta-alakeskuksen eli VAK:n päivitykseen.

Tämä työ sisältää seitsemän eri kiinteistön automaatiojärjestelmän suunnittelun, jotka kaikki yhdistetään yhden käyttöliittymän alle. Suunnittelussa otettiin asiakkaan toiveet huomioon, mitä kaikkea haluttaisiin seurata ja ohjata eri kiinteistöissä. Kiinteistöt olivat minulle jo entuudestaan tuttuja, koska olen toiminut Bet-Kerillä sähkökunnossapidossa jo useamman vuoden. Kokemukseni pohjalta pystyin kartoittamaan tarpeet jokaiseen kiinteistöön ja mahdollisiin ohjaustarpeisiin.

Opinnäytetyössä perehdyttiin Deos-rakennusautomaatiojärjestelmään, joka valikoitui kyseiseen kohteeseen. Suunnittelua tehtiin yhteistyössä paikallisen RAU(rakennusautomaatio)-urakoitsijan kanssa, joka toimii yhteistyökumppanina laitteiden asennuksissa.

2 BET-KER OY

Betk-Ker Oy on perustettu vuonna 1977 ja sen pääasiallinen toimiala on tulenkestävien massojen ja rakenneosien valmistus terästeollisuuden tarpeisiin. Tuotteiden korkea laatu sekä asiakkaiden kilpailukyvyyn parantaminen laadukkailla tuotteilla on ollut pitkäaikaisen menestyksen taustalla. (Bet-Ker Oy 2023.)

Päätuotteisiin kuuluvat tulenkestävät massat, materiaalit ja rakenneosat ovat terästeollisuuden prosesseissa tarvittavia tärkeitä osia. Terästeollisuudessa esiintyvät voimakkaat termiset, kemialliset ja mekaaniset rasitukset ovat Bet-Ker Oy:n suunnitteleminen ja valmistamien tuotteiden kanssa tekemisissä päivittäin. Alusta asti kierrätettyjä raaka-aineita on käytetty massojen valmistamiseen, ja vuonna 2022 kiertomateriaalit muodostivat 20 % kaikista raaka-aineista. Tulevaisuudessa tullaan kehittämään lisää kiertomateriaalipohjaisia tuotteita sekä kierrätysraaka-aineita. Bet-Ker Oy:n tavoitteena on pienentää sekä omaa että asiakkaidensa hiilijalanjälkeä. (Bet-Ker Oy 2023.)

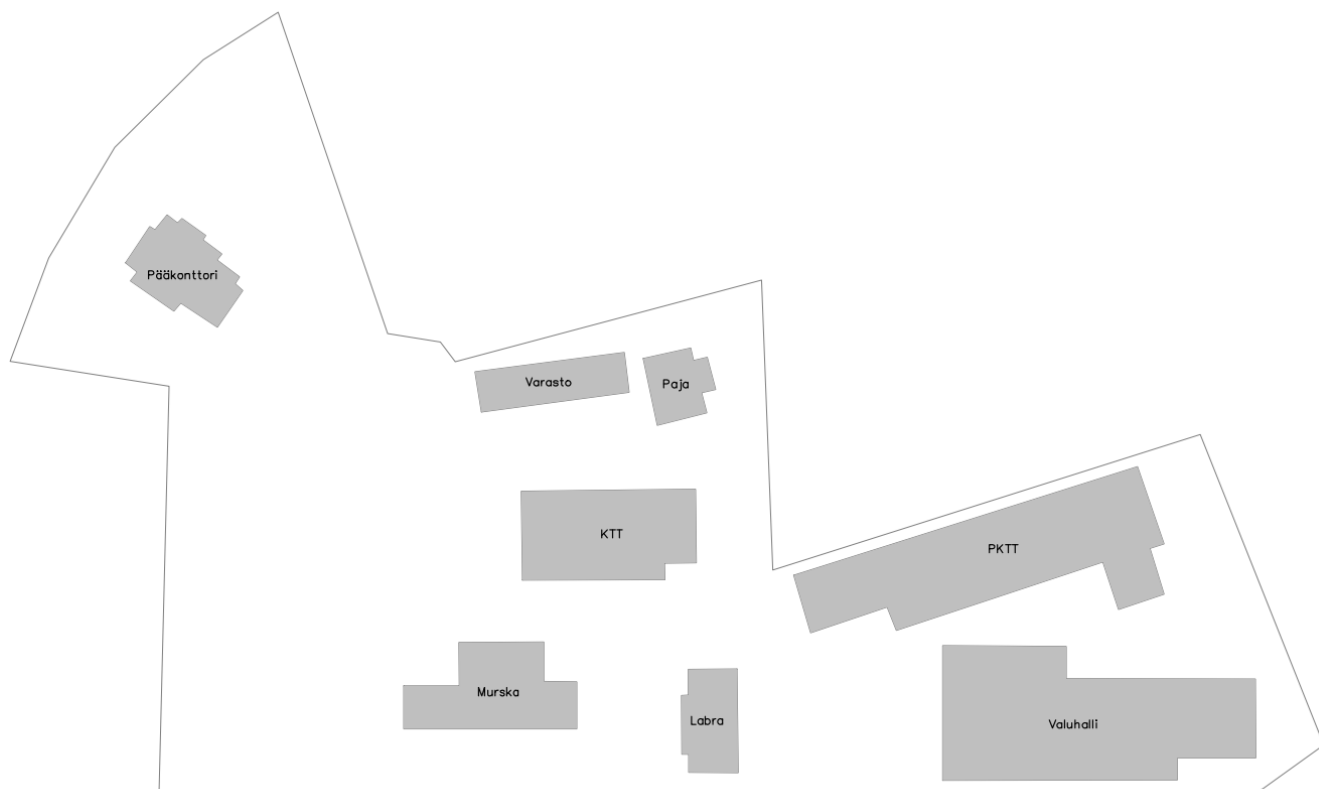
Tuotantolaitoksen 40 000 tonnin kapasiteetti sekä nykyaikaiset toimitilat takaavat korkean laadun ja nopean toimitusajan tuotteille. Bet-Ker Oy:n valttina on joustava ja tehokas organisaatio, joka toimii lähellä asiakasta sekä suunnittelee ja kehittää kaikki yrityksen valmistamat tuotteet. Yritys on ISO 9001-sertifioitu, joka takaa tuotteiden, palveluiden ja prosessin korkean laadun. (Bet-Ker Oy 2023.)

Bet-Ker Oy:n suurimpana asiakasryhmänä toimivat Pohjoismaiden teräksenvalmistajat. Yrityksestä on tullut merkittävä pohjoismainen toimija alallaan ja näin se turvaa asiakkaiden prosessit luotettavilla tulenkestävillä ratkaisuillaan. Toimipaikka sijaitsee Ylivieskassa Pohjois-Pohjanmaalla, mistä on lyhyt etäisyys Rahjan satamaan sekä muutenkin loistavat liikenneyhteydet, jotka takaavat luotettavat toimitukset kotimaahan ja ympäri maailmaa. (Bet-Ker Oy 2023.)

Bet-Ker Oy:n ydinarvoihin kuuluvat lojaalisuus, jossa korostuu työntekijöille taattu turvallinen työympäristö, luontoa ajatellut kestävätkä ratkaisut, asiakkaille tarjotut laadukkaat ja nopeat toimitukset sekä omistajille luvatut eettiset työskentelytavat, joilla tähdätään kannattavaan liiketoimintaan. (Bet-Ker Oy 2023.)

Bet-Ker Oy:n noin 3 hehtaarin tontilla on seitsemän erillistä kiinteistöä. (KUVIO 1.)

1. Valuhalli
2. Pieni kuivatuotetehdas (PKTT)
3. Kuivatuotetehdas (KTT) ja varasto
4. Murska ja hienojauhatus
5. Paja
6. Laboratorio
7. Pääkonttori



KUVIO 1. Bet-Ker Oy:n tontti ja kiinteistöt

3 RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

Rakennusautomaatiojärjestelmä pitää rakennuksen olosuhteet niille suunnitellulla tasolla ohjaamalla talotekniikan järjestelmiä, kuten ilmanvaihtoa ja lämmitystä. Rakennusautomaatiolla voidaan parantaa rakennusten energiatehokkuutta sekä valvoa laitteiden ja olosuhteiden toimintaa. Mahdolliset poikkeamat ja vikatilanteet havaitaan hälytysten ja etäkäytön avulla välittömästi.

3.1 Rakennusautomaation historia

Rakennusautomaation historia yltää aina 1900-luvun alkuun, mutta valtavin kehitys on tapahtunut parin viimeisen vuosikymmenen aikana. Alkuvaiheessa virtauksia, lämpötiloja ja painetta säädettiin käsin tarkkailemalla laitteiden mittareita. Kattilalaitokset olivat varhaisimpia rakennusautomaation kohteita, joissa käytettiin bi-metalleihin tai lämpölaajeneviin aineisiin perustuvia palamisilman tai vesiventtiilin säätöjä. Parin vuosikymmenen jälkeen säätötekniikka muuttui asteittain automaattiseksi, jolloin sähkömekaaniset säätimet mahdollistivat lämpötilojen, pinnankorkeuksien ja virtauksien säätämisen. 1940-luvun transistoritekniikka kehitti mikroprosessorilaitteet, mikä antoi sysäyksen automaation kehitykseen. Mekaaniset laitteet hallitsivat alaa vielä kaksi vuosikymmentä, mutta 1960-luvulla rakennusten ilmanvaihtotekniikka loi tarpeen sähköiselle säädölle ja valvonnalle. Samalla vuosikymmenellä hyväksyttiin 4–20 mA:n analogiasignaalistandardi, joka on käytössä vielä tänäkin päivänä. Markkinoille ilmestyi transistoritekniikan kehityttyä DDC (Direct Digital Control) eli suora digitaalinen säätö, joka korvasi vanhat analogiset järjestelmät. DDC oli suosittu järjestelmä, koska laitteen pystyi ohjelmoimaan uusiksi, eikä se ollut näin sidottu pelkästään tiettyihin toimintoihin. Pneumaattisia ratkaisuja kehittyi sähköisten rinnalle, mutta se on jäänyt teollisuuden käyttöön yksinkertaisuuden ja voimakkuuden ansioista. (Piikkilä, Sulku & Spangar 2018, 13.)

1970-luvulla öljykriisi synnytti tarpeen energian säästöön, jota alettiin hakemaan kiinteistöautomaatiolla. Syntyi talovalvontajärjestelmiä, joilla mahdollistettiin keskitetty valvonta erilliseen talovalvomoon. Valvontajärjestelmät toimivat analogisilla signaaleilla, ja jokainen hälytys, mittaus, indikointi ja ohjaustieto tarvitsi oman johdinparinsa. Valvomoon ja valvottavan kohteen välikaapeloinnit olivat raskaita ja vikaherkkiä. Ruuhkaisimmat paikat tarvitsivat jopa 100-parisia runkokaapeleita alakeskuksilta valvomoon. (Piikkilä ym. 2018, 14.)

Nykymuotoisen rakennusautomaation kehitys oli alkanut ja siirryttiin toteutustekniikassa digitaaliseen tekniikkaan, kun puolijohdetekniikka mahdollisti digitaalisten signaalien käytön ja tiedonsiirron. Laitteet pienenevät minitietokoneisiin pohjautuvien keskuslaitteiden myötä ja digitaalisella tiedonsiirrolla toimivia ohjelmoitavia alakeskuksia ilmestyi markkinoille. Näin mahdollistettiin monipuoliset säätö ja valvontatoiminnot samaan järjestelmään. 1980-luvulla siirryttiin digitaalisen säädön aikakaudella ja DDC-ohjainten käyttö laajeni. Säätimien parametrejä kyettiin muuttamaan valvomon PC-koneilla, kun laitteet olivat tiedonsiirtoväylää myöten digitaalisia. Vikamahdollisuudet pienenevät kaapeloinnin ja kytkentäpisteiden vähenemisen myötä. Vielä tässä vaiheessa alakeskukset olivat riippuvaisia valvomosta eivätkä yksin kyenneet säätämään laitteistoja. (Piikkilä ym. 2018, 15.)

1990-luvulla alakeskusten laitteet kehittyivät itsenäisiksi ja kykenivät toimimaan ilman valvomoa. Valvomot siirtyivät seuraamaan laitteistojen toimintaa ja ohjaus siirtyi alakeskuksille. Laitteistot olivat suurilta osin saman valmistajan tuotteita eikä rajapintoja tai standardointeja ollut muiden laitevalmistajien kesken. Avoimien ja hajautettujen järjestelmien keskustelut ja kehitykset alkoivat. Kolmitasoinen hierarkia, jossa järjestelmä koostui valvomo-, alakeskus- ja huonelaitetasosta, vakiintui ja on käytössä vielä nykyäänkin. Alakeskusten yksikköhinnat alenivat ja mahdollistivat laitteiden asennuksen jopa jokaiseen ilmanvaihtokoneeseen. Rakennusautomaation käsite oli syntynyt. GSM-verkot mahdollistivat hälytysten siirron langattomasti valvomosta ulospäin, jolloin talonmiehien tilalle syntyi huoltoyrityksiä, jotka hallitsivat suurempia kiinteistöryhmiä. (Piikkilä ym. 2018, 16.)

Sisäilmaston ja yksilöllisen säädettävyyden vaatimukset lisäsivät huonekohtaisia säätölaiteratkaisuja, jolloin alettiin kehittää yhteistä kieltä eli kommunikaatioprotokolla. Tämän avulla parannettiin hankintojen, urakoinnin ja ylläpidon joustavuutta. Syntyi globaalilla tasolla BACnet- ja LonWorks-protokollat, joita kehittivät monikansalliset rakennusautomaatio toimijat. Internet toi mukanaan mahdollisuuden siirtyä etävalvomoon suurien ja useiden kiinteistöjen omistajissa, kuten kunnissa ja kaupungeissa. Keskitetty valvonta ja ohjaukset siirtyivät verkkoselaimiin, joita voitiin käyttää mobiililaitteilla sekä tietokoneilla. Tietoliikenneominaisuudet ovat kehittyneet ja siten antaneet rakennusautomaatiolle mahdollisuuden monikäyttöiseen ja käyttäjäläheisiin ratkaisuihin. Näiden historiallisten kehitysten myötä kiinteistöt ovat saaneet energiatehokkaat ja älykkäät ohjauslaitteet. Tulevaisuudessa laitteiden integrointi tekoälypohjaisiin pilvipalveluihin tuottaa vieläkin älykkäämpiä ohjausratkaisuja rakennusautomaatiolaitteisiin. (Piikkilä ym. 2018, 16–17.)

3.2 Rakennusautomaation merkitys kiinteistöissä

Hyvän energiatehokkuuden ylläpito rakennuksissa on jatkuva prosessi, joka vaatii jatkuvaa tietoa ohjattavan tilan olosuhteista, laitteiston kunnosta ja mahdollisista häiriöistä. Turha energian käyttö tulee kalliiksi ja sisäolosuhteiden pitäminen halutulla tasolla tuo haasteita energian käytössä. Nykyaikainen säätö- ja valvontajärjestelmä osaa huolehtia rakennuksen tilasta, kun käytössä ovat soveltuvat laitteet ja ohjelmistot sekä näille valveutunut käyttäjä. Näin saadaan pidettyä laajatkin järjestelmät energiatehokkaina sekä sisäolosuhteet ja turvallisuus kunnossa. Rakennusautomaatiojärjestelmän keskeiset tavoitteet kiinteistöissä ovat:

- talotekniikan säätöjen ja ohjauksien toimiminen suunnitellulla tavalla
- tarkkailla mahdollisia vikatilanteita ja hälyttää niistä
- kerätä informaatiota tiloista ja laitteista ja näin ylläpitää energiatehokasta toimintaa
- tarjota käyttäjälle selkeä ja ymmärrettävä käyttöliittymä laitteistoon, jotta sitä on sujuva käyttää päivittäin.

Itse laitteiston kustannus on pieni verrattuna rakennuksen elinkaaren kustannuksiin, joista voidaan toimivalla rakennusautomaatiolla säästää huomattavia summia. Rakennusautomaatioon integroitavat muut talotekniset järjestelmät, kuten palo-, murto- tai kulunvalvonta mahdollistavat lisätoiminnot automaatioiden avulla. Lisätyt palvelut samassa käyttöliittymässä kasvattavat suosiotaan ja helpottavat käyttäjää toimimaan kasvavien laitekantojen kanssa. (Sulku 2018, 21.)

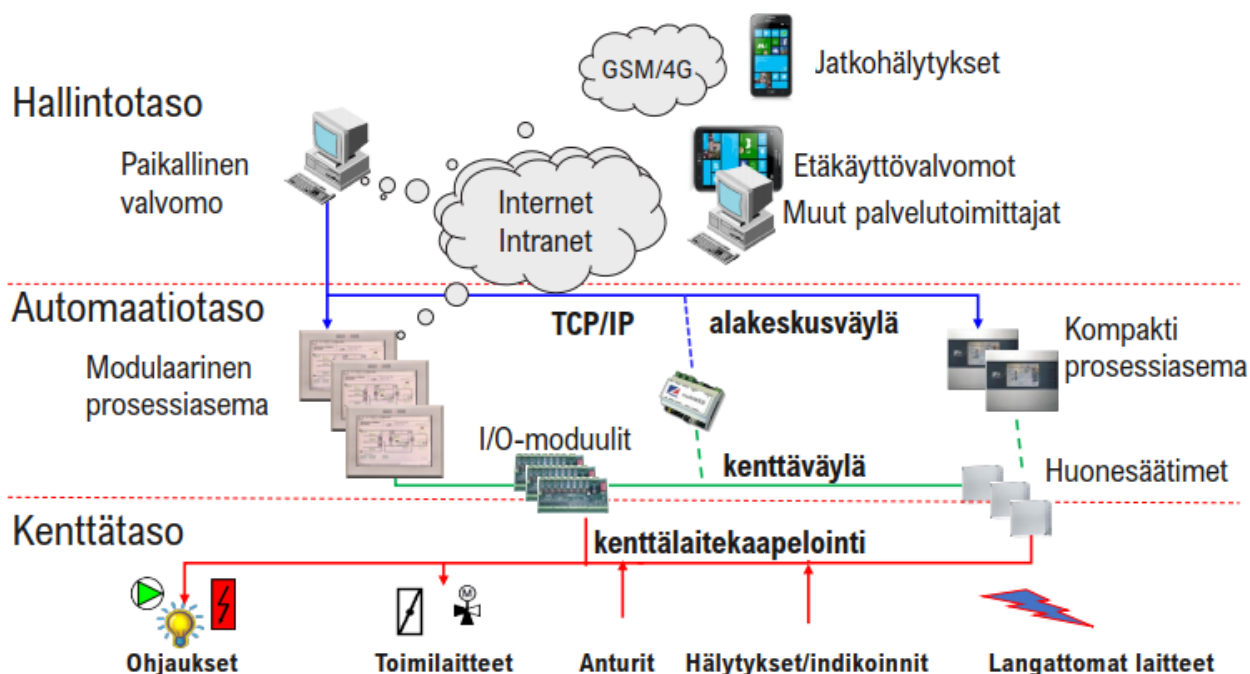
Valtakunnallisesti kokonaisenergiankulutuksesta merkittävä osa menee rakennusten käyttöön. EU-tasolla sekä kotimaisen viranomaisohjauksen piirissä energiankäyttö on voimakkaassa tarkkailussa. Uudisrakennusten rakennuslupien liitteeksi vaaditaan energiaselvityksiä, joista ilmenee rakennuksen energiatehokkuus. Energiatodistuksesta ilmenee rakennuksen laskennallinen vuotuinen ostoenergian kertoimilla painotettu kulutus lämmitettyä nettoalaa kohden. E-luku ei vastaa todellista kulutusta, vaan se perustuu standardikäyttöihin ja energiamuotojen kertoimiin. Tällä pyritään ohjaamaan rakennusten suunnittelua tiettyihin suuntiin ja e-luku on ensisijaisesti vertailuluku, jolla voidaan osoittaa rakennuksen olevan vaaditun energiatehokkuuden mukainen. (Sulku 2018, 22.)

Käytettyjen energiamuotojen kertoimet vaihtelevat ja niillä pyritään huomioimaan käytetyn energiamuodon vaikutus ympäristöön sekä hyvittämään oma energiantuotanto. Rakennusautomaation merkittävä rooli mahdollistaa rakennusten tehokkaan energiankäytön ja sen säätötekniset toiminnot. Automaatio toimii koko rakennuksen elinkaaren aikaisena valvojana ja antaa käyttäjälleen mahdollisuuden

huolehtia rakennusten toimivuudesta ja sisäolosuhteiden jatkuvuudesta. Nykyiset etäkäyttö mahdollisuudet tarjoavat erilaiset palvelut laitteiston ylläpidon tueksi. (Sulku 2018, 22.)

3.3 Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne

Rakennusautomaatiojärjestelmä (KUVA 1) koostuu valvomolaitteista, alakeskuksista, integroiduista säätimistä, huonesäätimistä ja muista kentälaitteista. Valvomolaitteistoja kutsutaan hallintotasoksi, alakeskuksia automaatiotasoksi ja säätimiä ja muita laitteita kenttätasoksi.



KUVA 1. Rakennusautomaation perinteinen rakenne (ST-17 2018, 60.)

3.3.1 Hallintotaso

Käyttäjää lähimpänä oleva hallintotaso toimii rajapintana itse laitteistoon. Yleisimmin käytössä ovat PC-valvomot, joita voi olla paikallisesti sekä etäkäyttövalvomoissa. Etäkäyttövalvomoihin liitetään useasti useampia kiinteistöjä samaan valvontaan. Valvomossa käyttäjä näkee laitteiston toiminnan reaaliaikaisesti ja voi muuttaa halutessaan asetusarvoja ja aikaohjelmia. Graafiset käyttöliittymät tarjoa-

vat nopean katsauksen tilojen toimintoihin ja mahdollisiin hälytyksiin. Vaativimmissa kohteissa etävalvomot tarjoavat laajempaa asiantuntemusta, missä sitä voidaan käyttää kustannustehokkaasti useiden kohteiden hyödyksi. (Spangar, Sandström & Sahlstén 2018, 59–60.)

Hallintotasolle kuuluvat yleensä myös raportoinnit ja kunnossapitoon liittyvät lisätoiminnot. Kommunikaatiot hallintotasolta eri järjestelmiin toimivat yleensä Ethernet-väylää pitkin, joka pohjautuu TCP/IP-protokollaan, joka tarjoaa nopeat ja luotettavat yhteydet. Mahdollisia häiriöitä ja vikoja tiedonsiirrossa on vähän, ja mikäli vikoja ilmenee, alakeskukset jatkavat itsenäistä toimintaa normaalisti. Internet ja avoimet tiedonsiirtoratkaisut ovat helpottaneet etähallintaa, mutta tuovat mukanaan tietoturva- haasteita. (Spangar ym. 2018, 59–60.)

3.3.2 Automaatiotaso

Itsenäiset alakeskukset ja niiden I/O-moduulit luovat perustan automaatiotasolle. Itse alakeskus voi olla varustettu kiinteällä I/O-pisteillä tai siihen voidaan lisätä tarvittava määrä I/O-kortteja. I/O-pisteet ohjaavat kenttälaitteita ja ottavat vastaan anturitiedot prosessista. Myös automaatiotason kommunikatio perustuu LAN-verkkoon ja TCP/IP-protokollaan. Alakeskuksen ja I/O-korttien välinen väylä voi olla myös muu kuin TCP/IP-protokollaan perustuva. (Spangar ym. 2018, 60–61.)

Normaalisti kaapelointi tehdään CAT 6 -kaapeleilla, mutta pidemmissä yhteyksissä käytetään optisia kuituja. Langattomia verkkoja käytetään myös mobiilien käyttölaitteiden kanssa. Alakeskukset voivat keskustella verkon välityksellä ja jakaa anturitietoa muiden alakeskusten välille, kuten valoisuusanturin tietoa ja ohjata ulkovalaistusta tämän avulla. (Spangar ym. 2018, 60–61.)

3.3.3 Kenttätaso

Kenttätasolla toimivat anturit ja toimilaitteet. Antureista saadaan reaaliaikaista tietoa prosessin tilasta. Tyypillisesti anturit mittaavat lämpötilaa, kosteutta, valoisuutta ja painetta. Alakeskuksessa toimiva ohjelmisto vertaa antureilta saatavaa tietoa asetettuihin tavoitteisiin ja ohjaa tarvittaessa kenttätason laitteita, jotta haluttu tavoite saavutetaan tiloissa. I/O:t voidaan hajauttaa myös kenttätasolle, jolloin väylän kautta kommunikoivat moduulit yhdistetään alakeskuksiin kenttäväylillä. Tällä saavutetaan säästöjä kaapeloinneissa ja työssä. (Spangar ym. 2018, 61.)

IV-koneissa ja lämmönvaihtimissa yleistyvät itsenäiset säätimet kuuluvat myös kenttätason laitteisiin. Esimerkiksi pumppuja ja puhaltimia ohjaavissa taajuusmuuttajissa on omaa ohjauslogiikkaa, ja ne kommunikoivat suoraan alakeskuksen kanssa kenttäväylää pitkin. Tunnetuimpia kenttäväylästandardeja ovat Modbus, M-Bus, KNX ja BACnet. Väylän valinta riippuu sovellutuksista, valituista laitteista ja urakoitsijan tarjoamista vaihtoehdoista. (Spangar ym. 2018, 61.)

Kenttätason laitteet voidaan jaotella digitaalisiin ja analogisiin signaaleihin. Digitaaliset signaalit ovat joko päällä tai pois ja niitä käytetään tilatietoihin laitteilta ja laitteiden päälle/pois ohjauksiin. Analogiset signaalit ovat rakennusautomaatiossa yleensä 0–10 V:n tasajänniteviestejä. Mitattu arvo skaalataan ohjelmassa mitattuun suureeseen anturin ohjeiden mukaan. Tasajänniteviestillä voidaan ohjata portaattomasti esimerkiksi venttiilien aukioloa 0–100 %:n välille.

3.3.4 Integroidut rakennusautomaatiojärjestelmät

Rakennusautomaatiojärjestelmiin voidaan integroida muita taloteknisiä järjestelmiä, kuten kulunvalvonta-, murtoilmaisu-, kameravalvonta- ja paloilmoitin/varoitinjärjestelmiä. Näiden järjestelmien laitteita voidaan yhdistää suoraan alakeskuksiin mahdollisuuksien mukaan. Käyttäjä voi näin hallita samasta käyttöliittymästä valvomosta monia eri laitteistokokonaisuuksia. Integroinnista saatavat hyödyt alentavat investointikustannuksia, kun voidaan käyttää pienempää laitekantaa ja käyttökustannukset alenevat pienemmän henkilöstön hoitaessa rakennusautomaatiota ja muita järjestelmiä. (Spangar ym. 2018, 61.)

Rakennusautomaatioon voidaan integroida melkein mitä tahansa hälytys- ja ohjaustietoja, riippuen asiakkaan vaatimuksista. Nykyiset kenttäväylät mahdollistavat hyvin laajan valikoiman erilaisia laitteita, joita voidaan käyttää itsenäisinä laitteina, mutta myös integroida rakennusautomaatioon, jolloin saavutetaan lukemattomia mahdollisuuksia luoda erilaisia automaatioita ja säätöjä kiinteistöissä. Integroinnilla helpotetaan myös käyttäjää, kun erilaiset laitteet saadaan yhdistettyä yhden käyttöliittymän alle ja niiden potentiaalit käytetään hyödyksi.

4 RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ DEOS AG

Deos on kansainvälisesti toimiva keskikokoinen yritys, joka on osana ruotsalaista Regin-konsernia. Regin-konsernilla on yli 55 vuoden kokemus rakennusautomaation alalta ja he kehittävät ja valmistavat älykkäitä tuotteita, ratkaisuja ja palveluja rakennusten ja tilojen automatisointiin. Kehitystyö keskittyy lämmitys-, ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmiin sekä IoT- ja pilvipohjaisiin ratkaisuihin tehokkaissa ja nykyaikaisissa järjestelmissä. Järjestelmien integraatiot talotekniikkaan on tärkeässä roolissa yrityksellä. Työntekijät työskentelevät päivittäin kaikkialla maailmassa järjestelmäkumppaneiden, erikoissuunnittelijoiden, toimijoiden ja loppuasiakkaiden kanssa. Tämä varmistaa rakennusten energia- ja kestävän toiminnan ja auttaa yrityksen kumppaneita menestymään entisestään. (DEOS AG 2023.)

Kaikessa toiminnassa keskitytään kumppaneiden ydintarpeisiin ja tiiviin yhteistyön avulla kehitetään uusia tuotteita ja ratkaisuja rakennusautomaation toimialalle. Keskikokoisena yrityksenä on helppoa reagoida nopeasti ympäristötekijöihin ja tehdä kohdennettuja muutoksia tuotteisiin. Tärkeimpänä prioriteettina pidetään järjestelmien yksinkertaisuutta integroinnista käyttöönottoon. Tukeakseen kumppaneitaan Deos jakaa aktiivisesti asiantuntemusta ja toimialatietoaan sekä ylläpitää henkilökohtaisia suhteita kumppaneihin. (DEOS AG 2023.)

Deos toimii kestävän tulevaisuuden puolesta ja varmistaa tämän käytännöllisillä ratkaisulla ja yksinkertaisilla järjestelmäintegraatioilla, joilla saavutetaan rakennusten optimaalinen energiankulutus. Näin varmistetaan, että Deos yrityksenä on osana varmistamassa tietoisemman ja tehokkaamman energian käyttöä sekä antaa panoksensa ympäristön hyväksi. (DEOS AG 2023.)

4.1 DDC-ohjaimet

DDC-ohjaimet (KUVA 2) eli suoran digitaalisen ohjauksen säätölaitteet ovat vapaasti ohjelmoitavia päätelaitteita. Näitä ohjaimia käytetään kokonaisvaltaisen rakennusautomaatio järjestelmien ohjaamiseen, ja niiden päätehtävänä on ohjata, säätää ja valvoa kiinteistöjen järjestelmiä. Deos tarjoaa muutamia eri ohjaimia erilaisiin laitekokonaisuuksiin.



KUVA 2. DDC-ohjaimet. (DEOS AG 2023)

Deos tarjoaa alla olevia ohjainlaitteita (TAULUKKO 1), joista jokaisella on erilainen määrä hallittuja laitepisteitä, väyliä ja ohjaintoimintoja.

Ohjainlaittemallit:

OPEN.WRX AS
 OPEN 4100/3100 EMS
 OPEN 810/710 EMS
 OPEN 600/500 EMS
 OPEN 600 EMS basic24
 OPEN SRU, Single Room Unit

TAULUKKO 1. Laitevertailu (DEOS AG 2023)

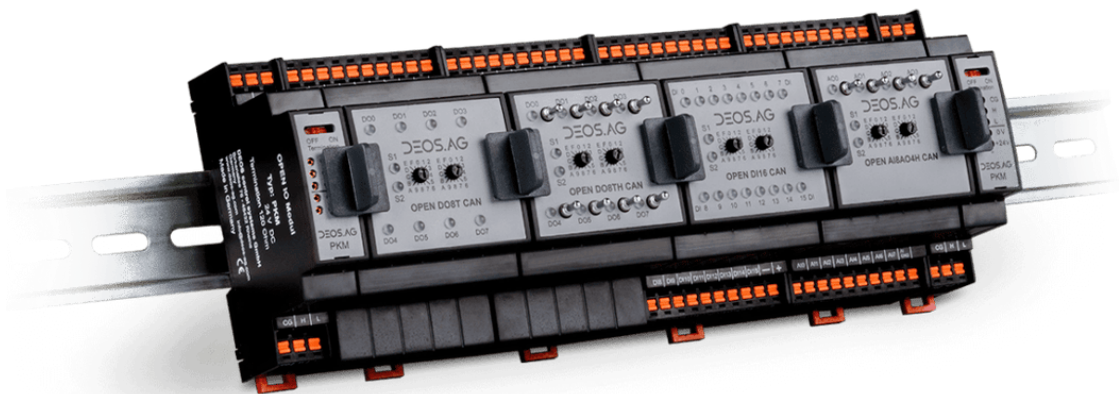


	4100 EMS	3100 EMS	810 EMS	710 EMS	600 EMS	500 EMS	600 EMS basic 24	SRU
Interfaces ¹								
BACnet objekte	4.000	-	2.000	-	500	-	250	100
M-Bus data points	250	250	250	250	10	10	10	-
Modbus data points	1.000		1.000		100			50
KNX data points	1.000		1.000		50			50
DALI addresses	-		256 Addresses		-			-
CAN-bus participants	99 / 198		0 / 5 / 12 / 32		0 / 5		-	CAN local
Operation ¹								
Manual operation	-		-		✓	✓	-	-
OPEN <i>view</i> (text-based)	✓		✓		✓			-
OPEN <i>view</i> (graphical)	optional		optional		optional		✓	-
Features ¹								
Integrated inputs & outputs	-		-		32	32	24	16
HSB ring & hot standby	✓	✓	-		-			-
Service & Security Center	✓		✓		✓			-

¹) The exact technical information such as interfaces, operation or features of the product variants can be found in the DEOS product catalogue.

4.2 IO-moduulit

IO-moduulit (KUVA 3) yhdistetään ohjainlaitteeseen CAN-väylällä, jonka pituus voi olla jopa 5 km. IO-moduuleita on 16 erilaista, joista valitaan halutut toiminnot kokonaisuuteen. Moduuleita ovat digitaaliset tulot ja lähdöt sekä analogiset tulot ja lähdöt. Moduulit ovat kompakteja, helppoja asentaa ja yleiskäyttöisiä.



KUVA 3. IO-moduulit. (DEOS AG 2023)

4.3 Käyttölaitteet

Käyttölaitteet (KUVA 4) mahdollistavat saumattoman integroinnin rakennusautomaatiojärjestelmiin ja mahdollistavat laajan valikoiman toimintoja. Käyttölaitteista voidaan hallita toimintoja ja ohjauksia sekä seurata laitteiston ja antureiden tiloja, kuten lämpötiloja ja hälytyksiä.



KUVA 4. Käyttölaitteet. (DEOS AG 2023)

4.4 Sensorit ja termostaatit

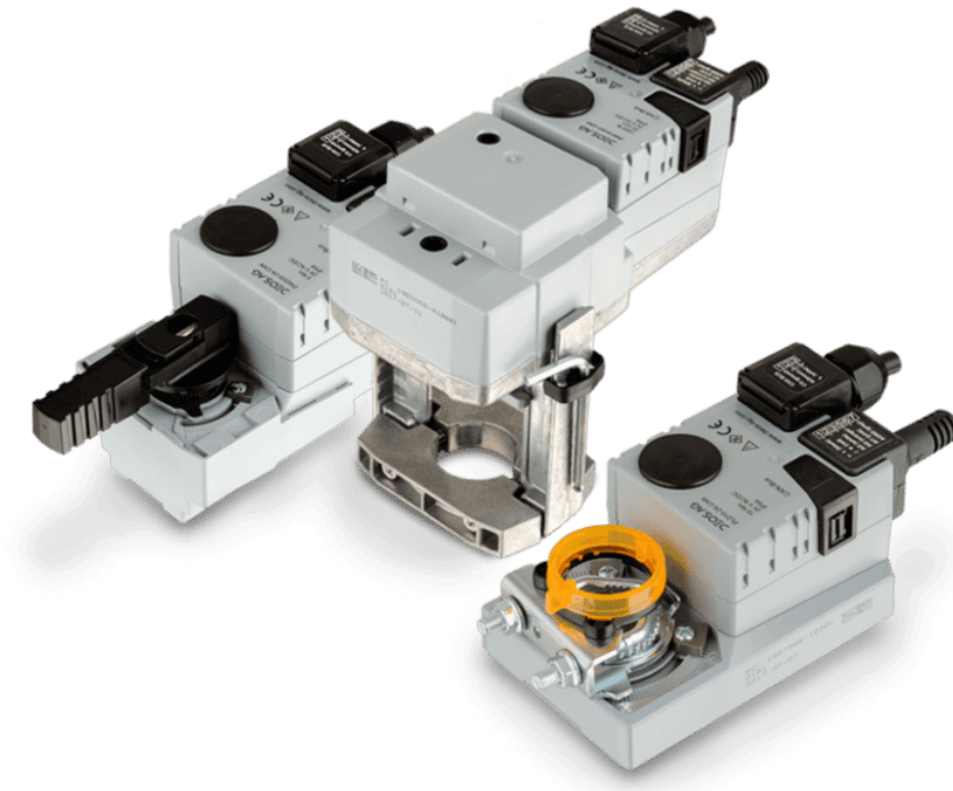
Deos tarjoaa tarkkoja ja laadukkaita antureita (KUVA 5), jotka ovat tärkeitä kaikissa rakennusautomaatiojärjestelmissä. Niistä saadaan mitta-arvoja, joiden avulla järjestelmä säätää tarvittavia ohjainlaitteita ja ohjaa laitteiston toimimaan halutusti.



KUVA 5. Sensorit ja termostaatit. (DEOS AG 2023)

4.5 Venttiilit ja ohjaimet

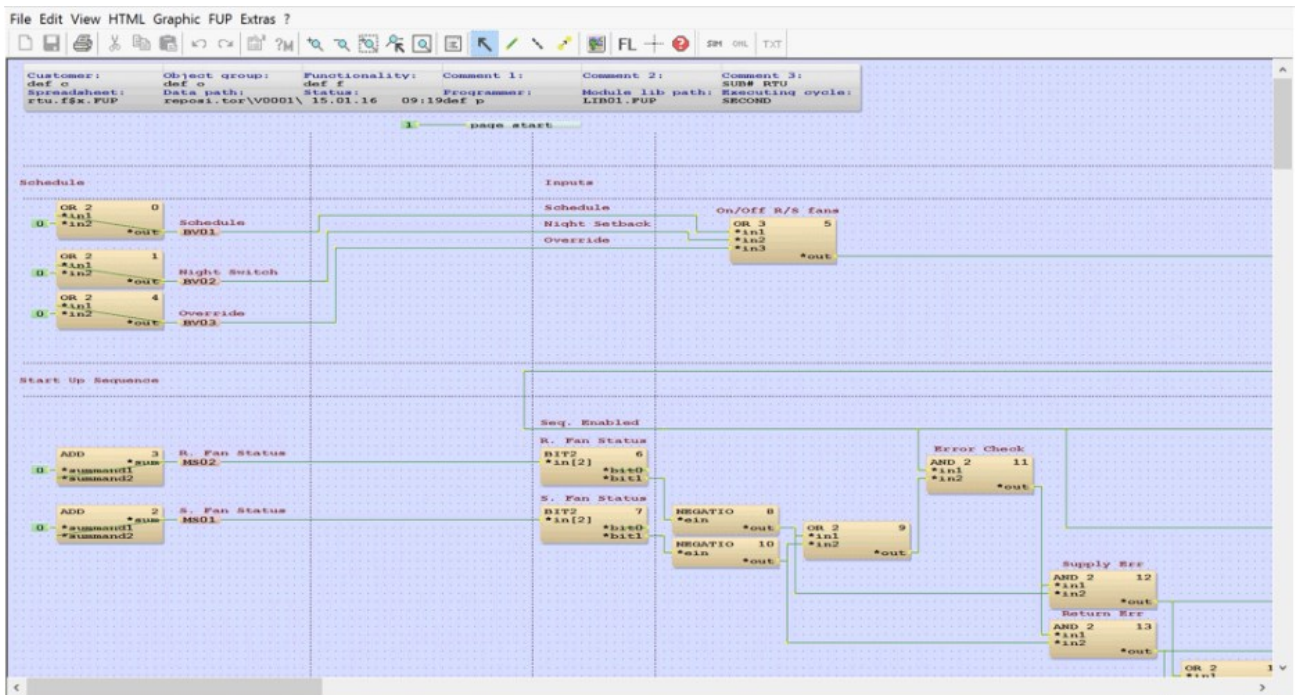
Venttiileillä ja muilla ohjaimilla (KUVA 6) säädetään rakennusautomaatiojärjestelmän laitteita, kuten ilmanvaihtokoneen peltimoottoreita, lämmityslaitteiden toimilaitemoottoreita ja nestejärjestelmien venttiileitä. Nämä laitteet kuuluvat kenttälaite kategoriaan ja toimivat ohjaavina laitteina itse laitteistoissa ja kentällä.



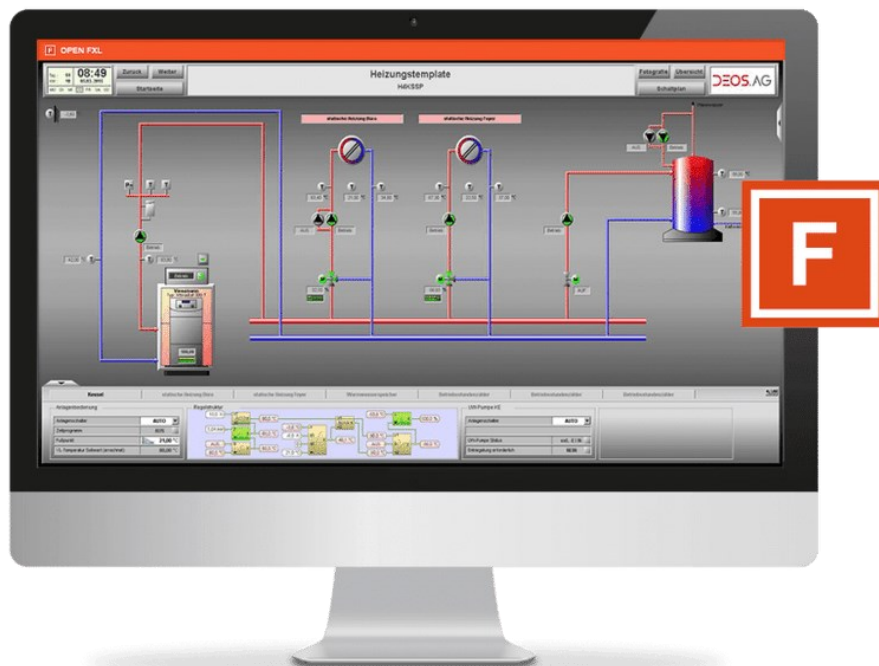
KUVA 6. Venttiilit ja ohjaimet. (DEOS AG 2023)

4.6 Ohjelmistot

Deos-laitteet ohjelmoidaan OPEN FXL -tai FUP XL -ohjelmistoilla (KUVA 7). Näistä ohjelmista löytyvät valmiit macro-kirjastot yli 200 eri laitekannalle, mikä vähentää ohjelmointiaikaa merkittävästi. Järjestelmien käyttöliittymät (KUVA 8) luodaan samoilla ohjelmilla, ja käyttöliittymiä voidaan hallita selaimella mistä laitteesta tahansa.



KUVA 7. FUP XL -ohjelmointinäkyvä. (DEOS AG 2023)



KUVA 8. Käyttöliittymä. (DEOS AG 2023)

5 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT JA LAITEPISTEIDEN KARTOITUS

Tontilla sijaitsee seitsemän erillistä kiinteistöä, joissa jokaisessa on ollut ennestään omat laitteensa ohjaamassa tiettyjä laitteistoja. Uuteen järjestelmään halutaan integroida kaikkien rakennusten ohjaukset ja mittaustiedot hälytyksineen. Suurimmassa roolissa ovat lämmitysten ja valaistuksen ohjaukset. Ulkovalaistuksen osalta yhtenäinen ohjaus toimii paremmin, kun tällä hetkellä jokaisessa rakennuksessa on oma hämäräkytkin ja kello, jotka kytkevät valot hieman eri aikaan käyttöön. Kiinteistöjen toivotut laitepisteet kartoitettiin Excel-taulukkoon, josta ilmenee pisteen kohde, tulon tai lähdön tyyppi sekä ohjelmalliset ominaisuudet (LIITE 1).

5.1 Valuhalli

Valuhallissa valmistetaan tulenkestäviä valukappaleita viidellä eri työpisteellä. Rakennuksessa on kaksi vesikiertoista tuloilmakonetta, joilla lämmitetään kiinteistöä. Tuloilmakoneita ohjaava VAK on toiminut viime vuosina arvaamattomasti ja se on tarkoitus uusida ensi tilassa. Kiinteistössä on myös kaasu- sekä sähköuuni, joilla kuivatetaan valukappaleita, ja näistä tulee huomattava määrä hukkalämpöä rakennukseen, joka tulisi ottaa huomioon lämmityksen ohjauksessa. Sisävalaistusta ohjataan painonapeilla, joka on osoittautunut toimivaksi. Ulkovalot ohjautuvat astrokellon kautta.

Kiinteistön sähkönkulutusta halutaan seurata kokonaisuudessa sekä sähköuunin osalta omanaan. Kaasu-uunin kaasun käyttöön asennettiin vuonna 2022 mittari, josta saadaan kaasunkäytöstä tietoa. Lämpötilatiedot rakennuksesta saadaan tuloilmakoneilta.

Valuhallin kellarissa sijaitsee kaukolämmönvaihdin, jota ohjaa Ouman A203, josta saadaan Modbus RTU -väylän kautta informaatiota sekä hälytyksiä. Kaukolämmön energiamittarina toimii Kamstrup Multical603, johon lisätään Modbus-väyläkortti, jolloin se saadaan yhdistettyä osaksi rakennusautomaatiota. Rakennuksen neljältä nosto-ovelta liitetään aukiolotiedot automaatioon. Tuotantolaitteista neljään eri myllyyn halutaan käyntituntilaskurit ja paineilmaverkosta painetieto ja hälytykset tämän muutoksista.

5.2 Kuivatuotetehdas

Kuivatuotetehdas on tontilla sijaitseva 8-kerroksinen tuotantolaitos, jossa valmistetaan kuivamassaa suur- ja piensäkkeihin sekä irtotavaraa siiloihin, joita pystytään kuljettamaan rekkakuljetuksilla. Kiinteistön lämmityksestä vastaa alimmaisessa kerroksessa sijaitseva tuloilmakone sekä muutamat vesikiertoiset patterit kerroksissa. Vuonna 2022 ylimmästä kerroksesta ohjattiin ilmastointikanava alimman kerroksen säkkivarastoon, jolla on tarkoitus ottaa talteen ylimpään kerrokseen noussut lämpö. Kiinteistön kokonaissähkön kulutus tulisi seurantaan sekä muutamien laitteiden käyttötuntilaskurit. Ulkovalaistuksen ohjauksessa on käytössä hämäräkytkin ja kello. Paineilmakompressorilta tarvitaan paine-, käynti- ja tuntilaskuritieto automaatiojärjestelmään. Asiakas toivoi, että nosto-ovien tilatiedot saataisiin jokaiselta ovelta, jolloin välttyään turhilta kierroksilta tontilla ja varmistetaan ovien olevan varmasti kiinni.

5.3 Pieni kuivatuotetehdas

Pienellä kuivatuotetehtaalla valmistetaan pieniin säkkeihin tulenkestäviä raaka-aineita. Kiinteistön lämmityksestä vastaavat vesikiertoiset kiertoilmakojeet. Laitteiden termostaatit ja ohjaukset ovat kiinteistön vanhimpia ja vaativat jo uusimista. Kiinteistön sähkönkulutus halutaan seurantaan. Kiinteistössä on erillinen säkkivarasto, jonka lämpötilan seuranta ja ohjaus halutaan automaation piiriin. Ulkovalaistusta ohjaavat osittain hämäräkytkin ja kello ja loppuja pelkkä kytkin. Nosto-ovien tilatiedot halutaan seurattavaksi.

5.4 Murska ja hienojauhatus

Kiinteistössä valmistetaan raaka-aineita vanhoista kappaleista murskaamalla ja jauhamalla ne halutun kokoisiksi rakeiksi tai pölyksi. Ison- ja pienenkuulamylyn sähkönkulutusta ja käyttötunteja halutaan seurata, samoin koko kiinteistön sähkönkulutusta. Kiinteistössä on kolme erillistä sähkökeskusta: murska, hienojauhatus ja isokuulamyly. Ulkovalaistusta ohjaavat kaksi astrokelloa.

5.5 Laboratorio

Laboratoriossa tutkitaan massoja sekä kehitellään uusia tuotteita. Kiinteistön sähkön kulutusta sekä kaukolämmön kulutusta halutaan seurata, kuten myös sisälämpötilaa. Kaukolämpöä ohjaa Ouman C203 ja IV-konetta Ouman Ouflex. Ulkovalojen ohjaukset tapahtuvat astrokellon avulla.

5.6 Paja

Pajassa suoritetaan laitteiden ja muottien kunnossapitoa sekä varastoidaan tarvikkeita ja työkaluja. Kiinteistö on sähkölämmitteinen, joten kokonaissähkökulutusta halutaan seurata. Pajan syöttö tulee kuivatuotetehtaalta, joten sähkönkulutus voidaan mitata kyseisestä keskuksesta.

5.7 Pääkonttori

Pääkonttorissa sijaitsevat pukuhuoneet, ruokala, toimistot ja kokoustilat. Kiinteistö lämpiää kaukolämmöllä, jonka energian kulutusta halutaan seurata kuten myös kokonaissähkökulutusta. IV-koneilta saadaan keskimääräinen huonelämpötila sekä mahdolliset hälytykset. Kaukolämpöä ohjaa Ouman C203 ja IV-kone on tyypiltään Swegon Gold.

6 VALUHALLIN RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

Laitepisteet suunniteltiin Excel-taulukkoon (LIITE 1), jonka mukaan voitiin valita tarvittavat IO-kortit laitteistoon. Ohjainlaitteeksi valuhalliin valittiin Deos Open 710 EMS (KUVA 9) ja tarvittava määrä IO-lisäkortteja. Laitevalintaa perusteltiin sillä, että alemman sarjan 500/600-laitteiden laitepisteet voisivat jäädä pieneksi, jos laitteistoa laajennetaan tulevaisuudessa ja hintaero näillä oli verrattain pieni. 710-sarjan laitteeseen voidaan kytkeä yli 500 fyysistä laitepistettä, 1000 Modbus-väyläpistettä sekä IO-moduuleita 5-32kpl. Alemman sarjan laitteisiin saa vain 112 fyysistä laitepistettä, 100 Modbus-väyläpistettä ja maksimissaan 5kpl IO-moduuleita.

Ohjainlaitteet asennetaan joko olemassa oleviin VAK-koteloihin tai rakennetaan uudet metalliset kaapit. Valuhallissa oli jo valmiiksi vanha VAK-kotelo, jota voidaan hyödyntää ja asentaa laitteet vanhojen tilalle. Muihin rakennuksiin ei tässä vaiheessa ryhdytty rakentamaan laitteistoa, vaan suunniteltiin laitepisteet ja laskettiin tarvittavat moduulit, jotta tulevaisuudessa on helppo ryhtyä rakentamaan kiinteistökohtaisia valvonta-alakeskuksia. Järjestelmäkaaviosta (LIITE 4) voidaan havaita, kuinka laitteet sijoittuvat laiteympäristöön.



KUVA 9. Deos OPEN 710 EMS (DEOS AG 2023)

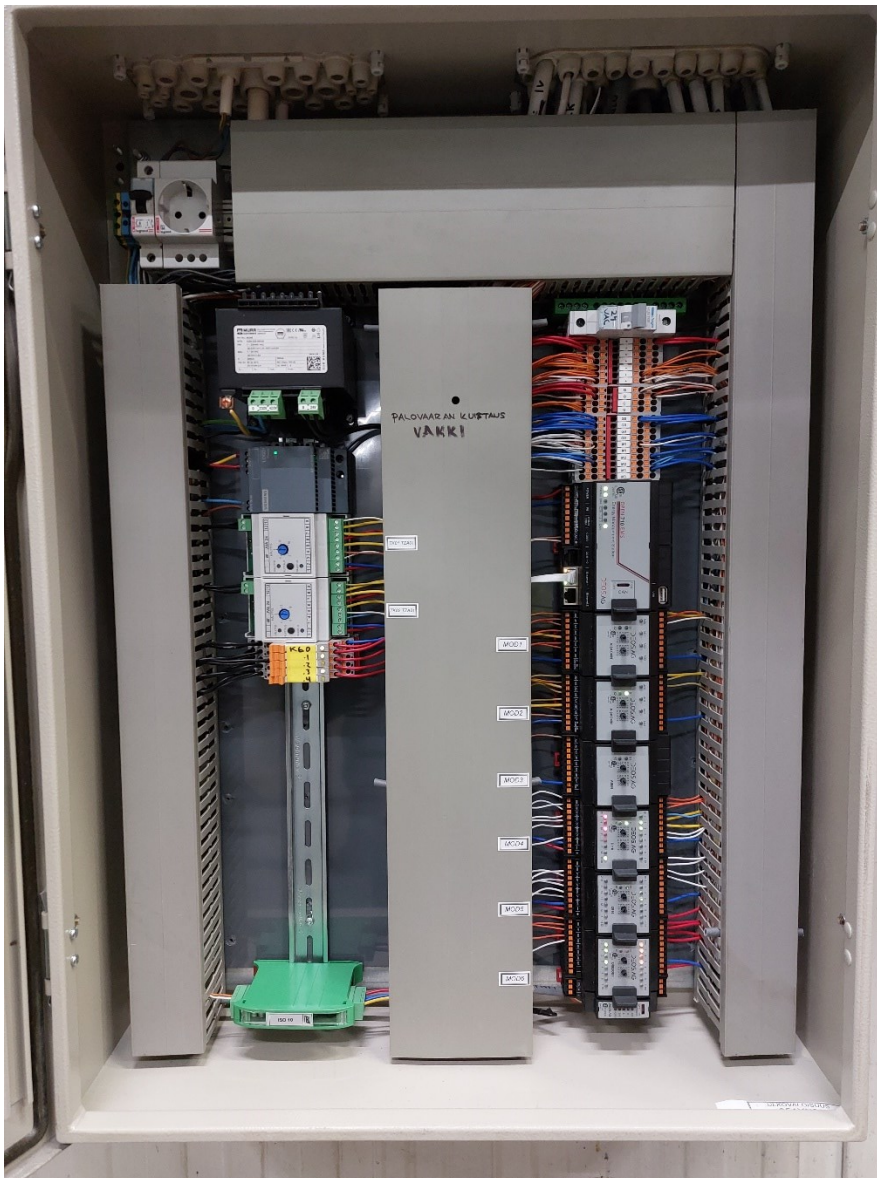
6.1 Valvonta-alakeskus VAK-1:n laitteet

Valuhallissa sijaitsee vanha tuloilmakojeiden ohjauskeskus (KUVA 10). Vanhat ohjainlaitteet purettiin pois ja uudet asennettiin niiden tilalle (KUVA 11). Valuhallin ohjainkaapin nimeksi tulee VAK-1 ja siihen asennettiin seuraavat laitteet:

- DDC-ohjain, OPEN 710/12 EMS
- 2kpl AI- ja AO-kortti, DS-C-AI8AO4/N
- AI-kortti, DS-C-AI8/N
- DI- ja DO-kortti, DS-C-DI8DO8T
- 2kpl DI-kortti, DS-C-DI16
- 5kpl Väli rele, RIF-0-RPT-24DC/21
- Virtalähde, UNO-PS/1AC/24DC/ 60W



KUVA 10. Entinen VAK-laitteisto



KUVA 11. Uusittu VAK-laitteisto

6.1.1 Tuloilmakojeet TK01 ja TK02

Valuhallin tuloilmakoneiden lämpötila-anturit olivat jo vanhat sekä epäluotettavat, ja siksi ne vaihdetaan NTC 10K -tyyppisiksi, jolloin ne voidaan kytkeä suoraan IO-korttien Analog Input -kanaviin. Vanhat jäätymissuojat korvataan Produalin JVA24 -mallilla ja niihin kytketyt Pt 1000 -lämpötila-anturit asennetaan vanhojen antureiden tilalle vesijohtoputkiin. Vanhat suodatinvahti anturit vaihdetaan

uusiin PEL 2500N -mallisiin, joilla voidaan mitata paine-eroa analogiatulolla. Näin saadaan reaaliaikaista tietoa suodattimien likaantumisesta ja voidaan antaa myös ennakkohälytyksiä. Tuloilmakoneen lämmityspatterin kiertoa ohjaava venttiilimoottori vaihdetaan nykyaikaisemman tyyppiseksi, joita ohjataan 0-10V:n jänniteviestillä.

6.1.2 Sähkö- ja kaasuuunit

Sähkö- ja kaasuuuneille lisätään indikointikontaktorit ohjainkeskuksiin, joista saadaan tilatietoja uunien päällä olosta, prosessivaiheista ja hälytyksistä. Uunien lämpötiloja mittaavat puikkoanturit asennetaan myös uunien sisälle, jotka kykenevät mittaamaan +600C:n lämpötiloja. Kaasuuunin kaasunkulutus mittarista saadaan 4-20mA-viesti hetkellisestä kulutuksesta, jolla saadaan laskettua uunituksen kokonaiskulutus.

6.1.3 Energiamittarit

Sähkönkulutuksien mittauksiin asennetaan Carlo Gavazzin EM330-energiamittarit, joilla voidaan mitata jännitettä, virtaa, tehoa, tehokerrointa ja taajuutta. Erikseen haluttiin mitata koko kiinteistöä, sähköuunia sekä laboratorion kiinteistöä. Mittarit ovat virtamuuntaja mittareita, jolloin syöttäviin johtimiin tulee asentaa sopivan kokoiset virtamuuntajat, jotka yhdistetään energiamittareihin. Valuhallin keskuksen sulakkeet ovat 3x400A, jolloin virtamuuntajiksi valitaan 400/5A-suhteella olevat virtamuuntajat. Laboratoriota syöttävät sulakkeet ovat 3x125A, jolloin virtamuuntajiksi valitaan 125/5A-virtamuuntajat. Sähköuunin syöttävät sulakkeet ovat 3x400A, jolloin virtamuuntajiksi valitaan 400/5A-virtamuuntajat. Energiamittarit tilataan Modbus-liitännällä, jonka avulla ne liitettiin Deosin Modbus-väylään.

6.1.4 Valaistuksen ohjaus

Ulkovalojen ohjaukseen tarvitaan ulkona olevan valoisuuden tietoa, jonka vuoksi valuhallin ulkoseinään asennetaan Pro dual LUX34-valoisuusanturi. Tältä anturilta saadaan reaaliaikaista tietoa ulkona

vallitsevasta valoisuuden tasosta. Valuhallissa oli ennestään astrokello, joka nyt korvataan rakennusautomaation ohjauksella, joka perustuu todelliseen valoisuustasoon sekä aikaohjelmiin. Tätä samaa ohjaustietoa käytetään tulevaisuudessa jokaisen rakennuksen ulkovalaistuksen ohjaukseen.

6.1.5 Kaukolämpö

Kaukolämpökeskuksen Ouman A203 liitetään Deosiin Modbus RTU-väylällä, jonka kautta laitteesta saadaan hälytykset, lämpötilatiedot ja säätökäyrät automaatioon. Kaukolämmön energiamittariin lisätään Modbus-väyläkortti, josta saadaan reaaliaikaista tietoa kaukolämmön kulutuksesta valuhallin, laboratorion, PKTT:n ja KTT:n kiinteistöissä.

6.1.6 Nosto-ovet

Nosto-ovien tilatiedot ohjelmoidaan ovien ohjauskeskusten relelähtöihin. Oven ollessa auki asennossa rakennusautomaatio saa tiedon oven tilasta. Yhdessä ohjauskeskuksessa ei ollut relelähtöjä käytettävissä, jolloin siihen tilataan relekortti, joka mahdollistaa tilatiedon välityksen.

6.1.7 Sekoittajien käyntitiedot

Valuhallin kaikkiin sekoittajiin haluttiin käyntituntilaskurit, jotka saadaan sekoittajien ohjauskontaktorin apukärjeltä tai taajuusmuuttajan relelähdöstä. Automaatio laskee myös sekoittajien käynnistyskerrat ja keskimääräisen käyntioloajan.

6.1.8 Paineilma

Paineilmaputkistoon asennetaan paineanturi lämmönjakohuoneeseen, josta saadaan painetieto rakennusautomaatioon. Paineen laskiessa alle 6 baarin työaikaan tulee hälytys tekstiviestillä työnjohdolle.

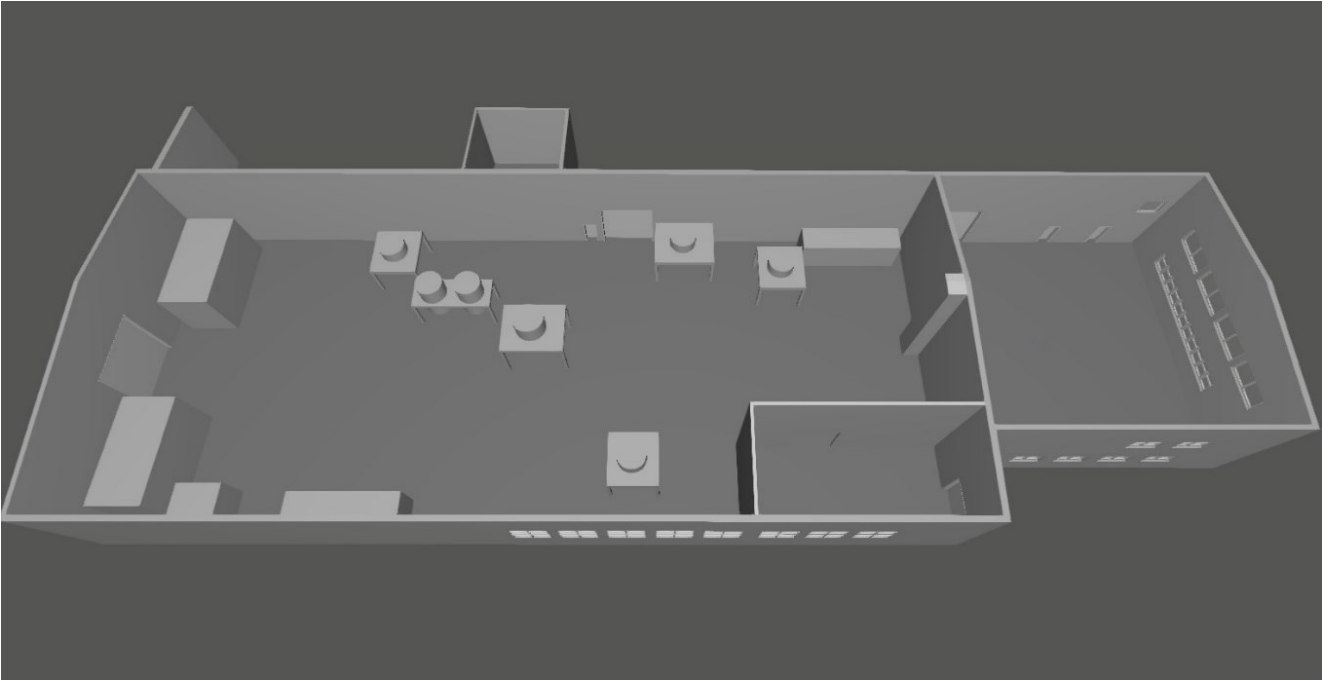
6.2 Kaapelointi ja asennukset

Valuhallin laitepisteet olivat selvillä, joten seuraavaksi aloitin suunnittelemaan laitteiston pistekuvaa rakennuksen pohjakuvaan. Sähkösuunnitelmat laadittiin Cadmatic Electric -ohjelmaa käyttäen, jolla voidaan suunnitella tarvittavat tasopiirustukset, johon merkitään laitteet ja kaapeloinnit. Kaapeloinnissa käytettiin hyödyksi runkokaapelointia ja riviliitinkoteloita, jolloin kaikille laitteille ei tarvitse kaapeloida VAK-keskukselta omaa kaapelia. Pohjakuvaan sijoitettujen laitteiden avulla oli helppo arvioida tarvittavat riviliitinkotelot ja kaapeloinnit. Valmiissa tasopiirustuksessa (LIITE 2) näkyvät laitteet ja kaapeloinnit merkintöineen. Kaapeleina käytetään NOVAK-instrumentointikaapeleita, 2–12 parisia riippuen kohteesta. Tasopiirustuksen avulla saatiin luotua kaapelointiluettelo (LIITE 3), josta on helppo tarkistaa kaapelit, joita kohteeseen tarvitaan. Kaapelointi suoritettiin muutamassa päivässä ja sen jälkeen rakennusautomaation toimittaja saapui kytkemään VAK-koteloon ohjainlaitteet sekä tarvittavat anturit ja kenttälaitteet.

KWh-mittarit asennettiin erilliseen koteloon valuhallin keskuksen viereen. Mittareita varten tarvitsi asentaa virtamuuntajat haluttuihin mittauksiin. Koska keskuksen pitää olla jännitteetön virtamuuntajien asennuksen aikana, tämä asennus piti ajoittaa iltaan, jolloin kiinteistössä ei ollut toimintaa. Sekoittajien ja ovien käyntitiedot saatiin pääosin nykyisistä kontaktoreista ja taajuusmuuttajista, mutta muutama pisteisiin jouduttiin lisäämään apukontaktoreita, joiden avulla käyntitiedot saatiin kytkettyä.

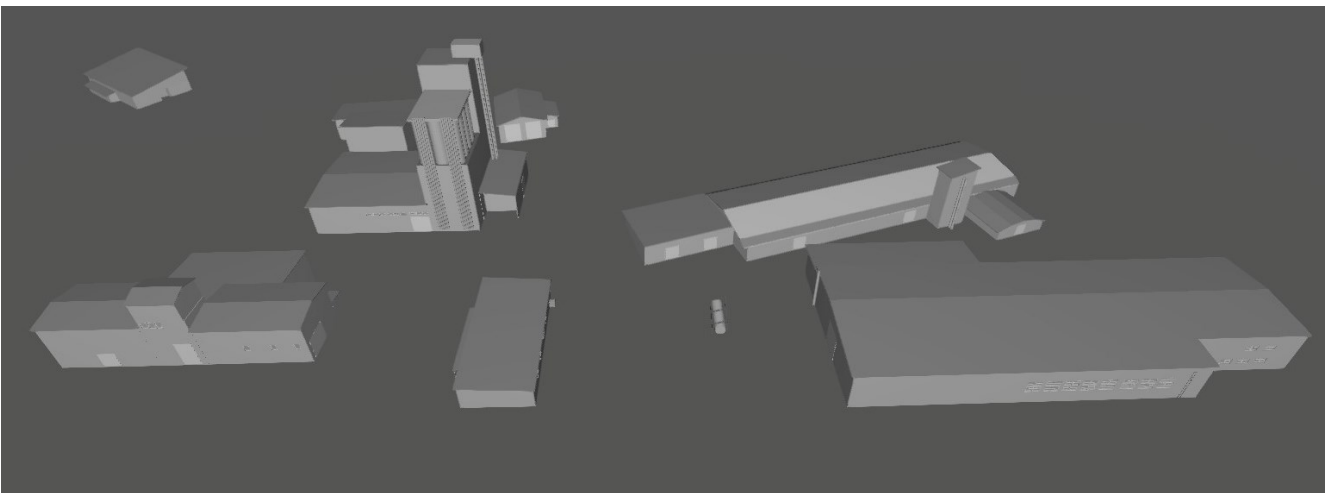
6.3 Käyttöliittymän visualisointi

Halusin luoda käyttöliittymään mahdollisimman monipuolisen pohjan, josta näkisi koko hallin tilan yhdellä vilkaisulla. Yleensä rakennusautomaation käyttöliittymät ovat pohjapiirroksia kohteesta, johon on lisätty halutut tilatiedot ja hälytykset. Tähän kohteeseen päätin luoda 3D-kuvat tontista sekä valuhallin sisäosista. Olin aikaisemmin käyttänyt Dialux valaistus suunnitteluohjelmaa, jolla on helppo luoda 3D-kuvia rakennuksista, joten päätin luoda sillä käyttöliittymän pohjat. Aluksi lisäsin valuhallin pohjapiirroksen Dialuxiin viitekuvaksi ja loin rakennukselle ulkoseinät. Tämän jälkeen ulkoseinien sisälle luodaan sisätilat sekä lisätään ovet ja ikkunat. Rakensin sekoittajat ja muut laitteet käyttäen eri muotoisia elementtejä (KUVA 12).



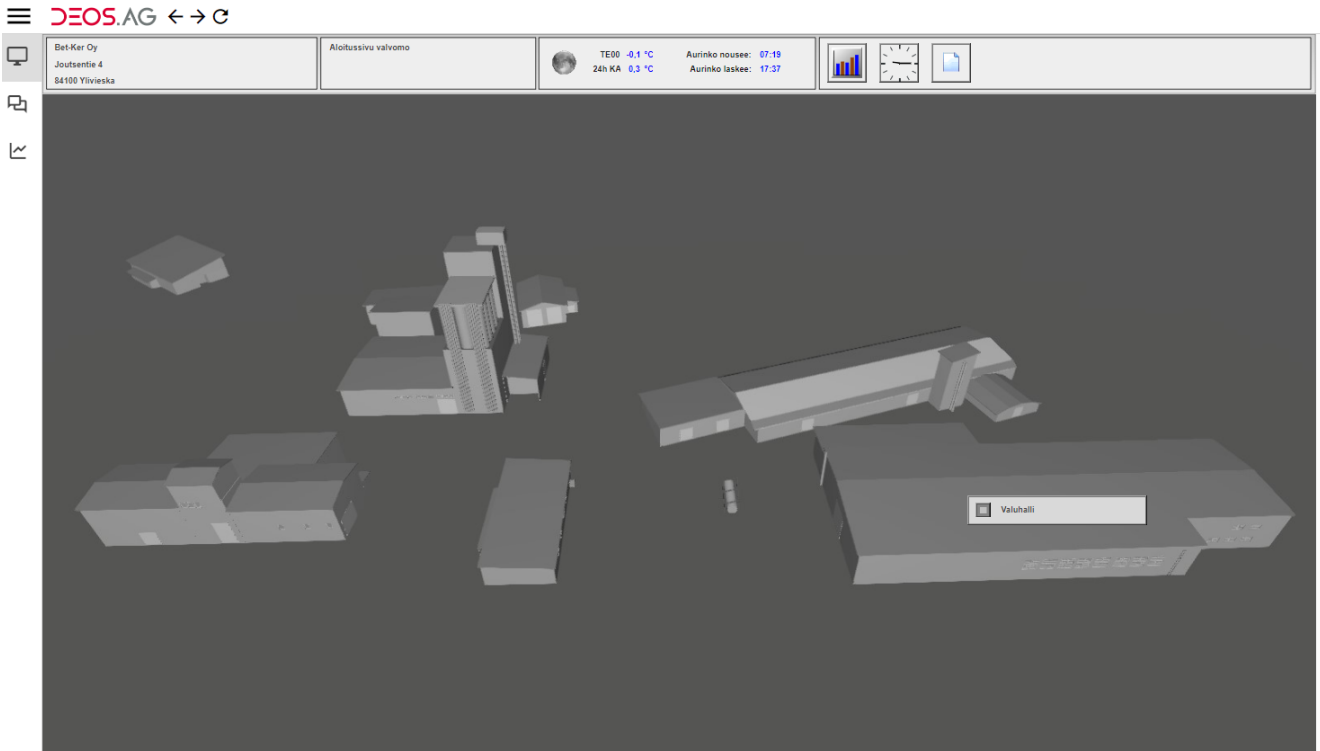
KUVA 12. Dialuxilla tehty valuhallin pohjakuva

Lisäsin viitekuvaksi tontin rakennuksista tekemäni kuvan, ja sen mukaan loin kaikki tontilla sijaitsevat rakennukset asemakuvaan. Tämä kuva (KUVA 13) tulisi toimimaan alkusivuna käyttöliittymässä, josta pääsee rakennusta klikkaamalla kyseiseen rakennukseen.

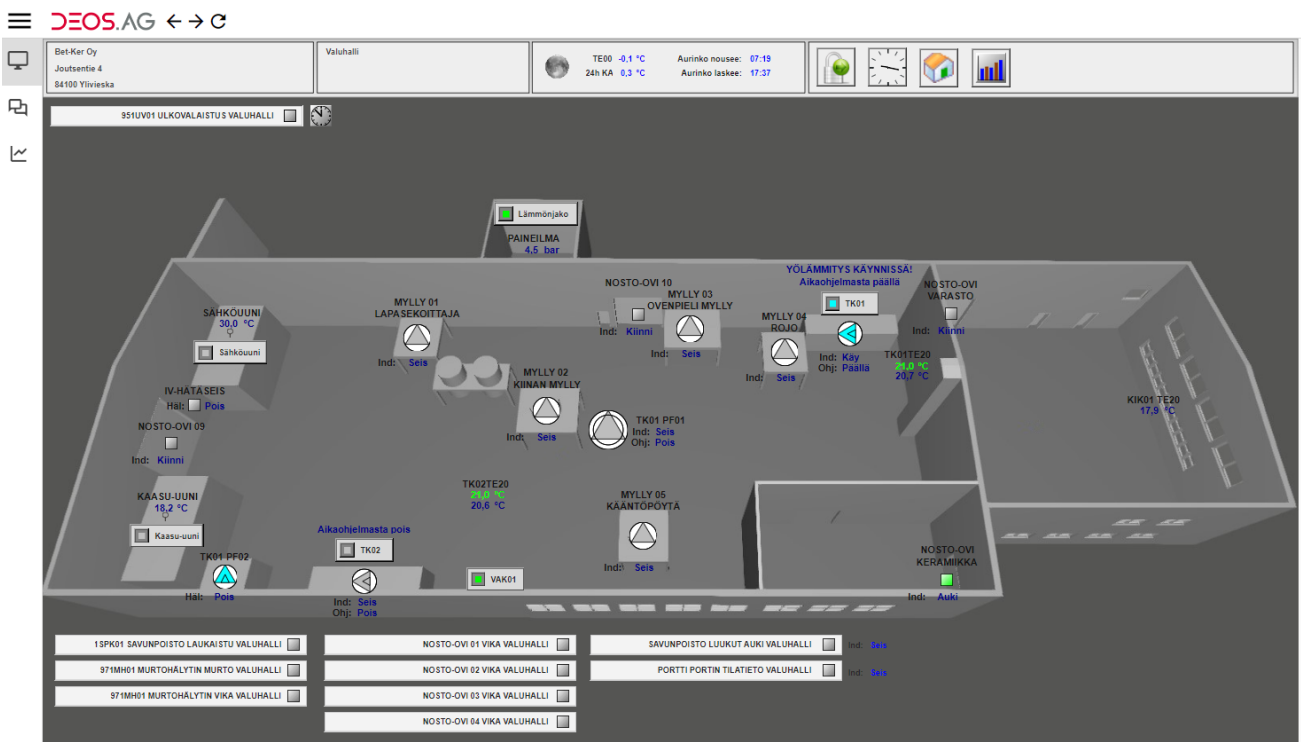


KUVA 13. Asemakuva rakennuksineen

Lähetin kuvat automaatiolaitteiston toimittajalle, joka lisäsi kuvat käyttöliittymään ja loi laitepisteet halutuille paikoille (KUVA 14 ja 15).



KUVA 14. Käyttöliittymän aloitussivu

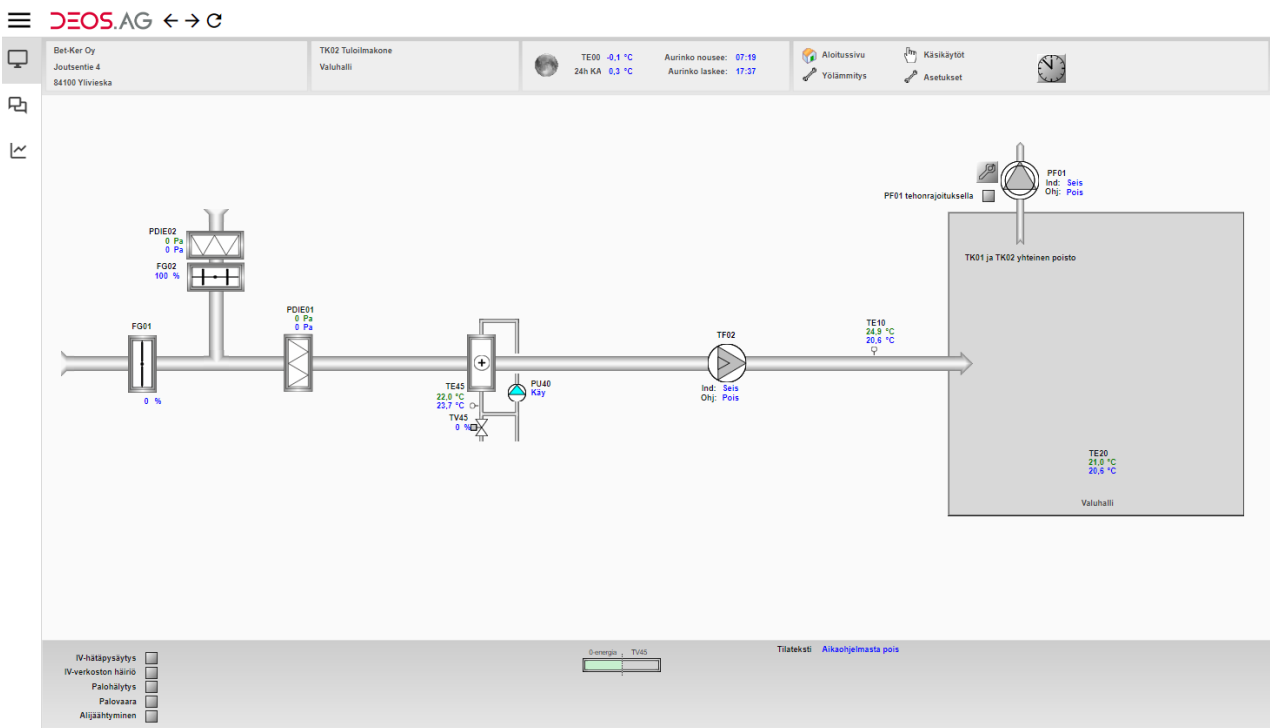


KUVA 15. Valuhallin käyttöliittymä

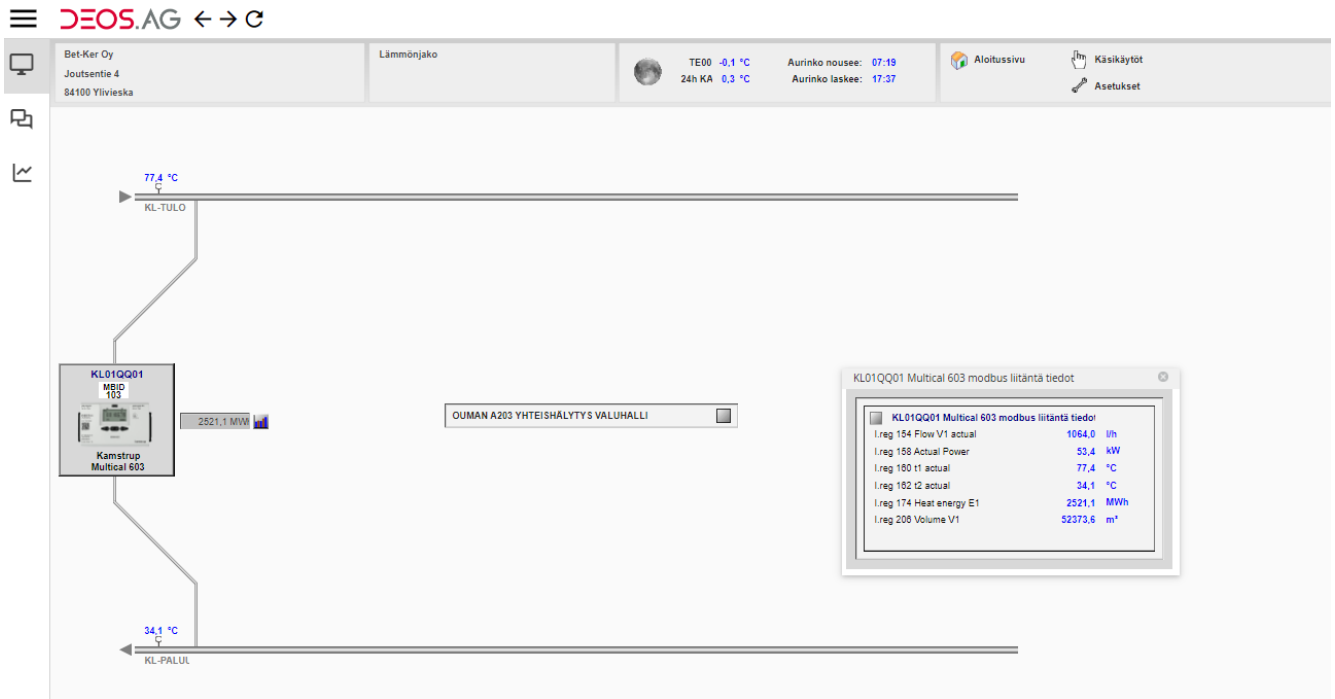
Tuloilmakoneille, lämmöjakohuoneen laitteille sekä raportointisivuille luotiin Deosin ohjelmalla kuvien (KUVA 16, 17 ja 18) mukaiset käyttöliittymät. Tuloilmakoneiden käyttöliittymistä näkee graafisesti jokaisen pisteen, miten ne sijoittuvat laitteissa sekä olo- ja tavoitearvot. Tuloilmakoneiden tavoitelämpötiloja sekä muita ohjauksia voidaan muokata asetuksista.

Lämmönjakohuoneen käyttöliittymästä (KUVA 17) voi seurata kaukolämpömittarista saatuja reaaliaikaisia tietoja. Oumanista tulee vasta hälytystieto, mutta tulevaisuudessa sen kautta saadaan enemmän tietoa valuhallin lämpöverkon lämpötiloista ja ohjauksista.

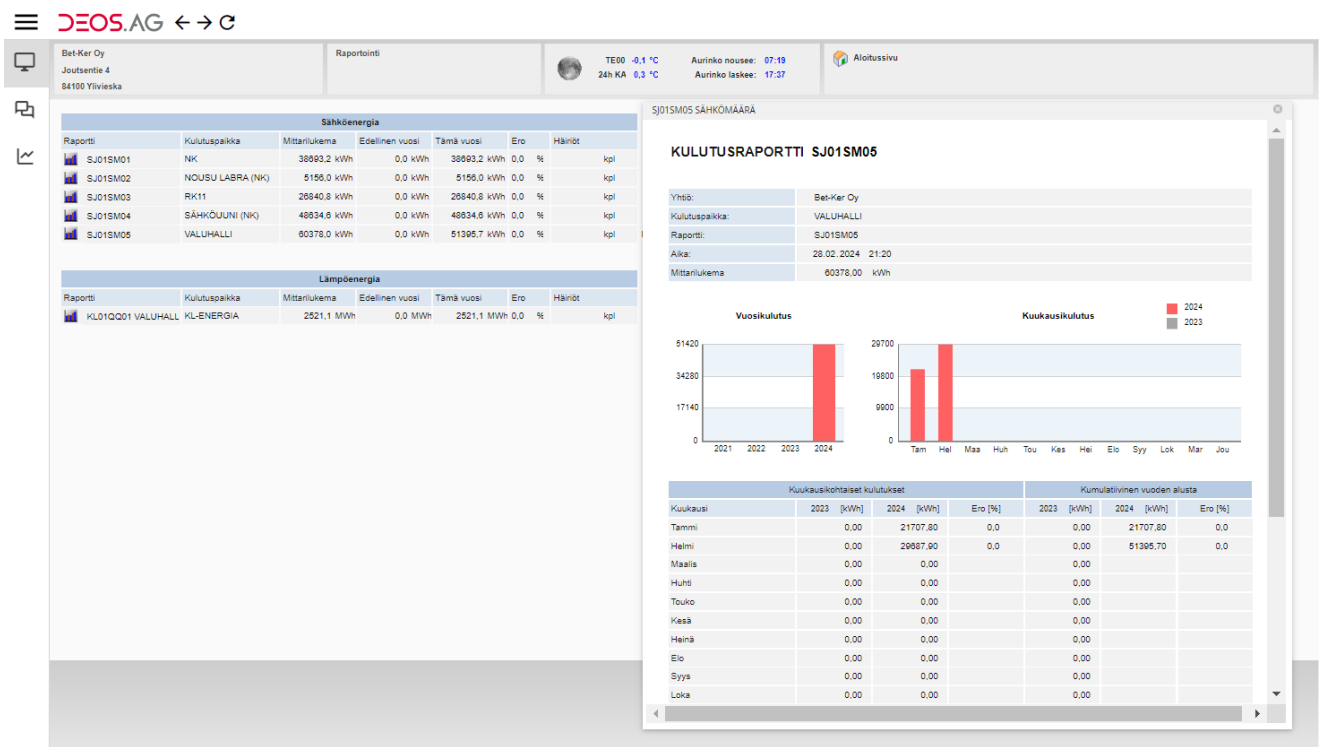
Raportointi-sivulta (KUVA 18) voidaan tarkastella kWh- ja kaukolämpömittareiden mittaamia energian kulutuksia sekä vertailla niitä kuukausi- ja vuositasolla. Valuhallia varten luotiin virtuaalinen mittari, joka laskee pelkästään valuhallin sähkönkulutuksen vähentäen siitä laboratorion kulutuksen, jolloin saadaan tarkasti kiinteistökohtainen kulutus selville.



KUVA 16. TK02-käyttöliittymä



KUVA 17. Kaukolämmön käyttöliittymä



KUVA 18. KWh-raportoinnin käyttöliittymä

6.4 Laitteiston käyttöönotto

Kaapelointi- ja kytkentätöiden valmistuttua kaikkien laitepisteiden toiminta testattiin, jolla varmistetaan kytkentöjen oikeellisuus ja oikeat toiminnot automaatiassa. Käyttöliittymän indikoinnit testattiin yksitellen, ettei ohjelmassa tai kytkennöissä ole virheitä. Analogisten tulojen arvot skaalattiin antureiden mukaisesti, jotta ne näyttävät haluttuja arvoja käyttöliittymässä. Esimerkiksi uunien lämpötilat antavat 0-10V:n jänniteviestin, joka skaalataan asteikolle 0-600C astetta. Tuloilmakoneiden laitteille suoritettiin käyttötestit, jolloin voitiin todeta ohjainlaitteiden toimivan halutulla tavalla. Hälytysten jälleenannot testattiin haluttuihin puhelinnumeroihin sekä käyttöliittymän hälytysvalikkoon. Laitteisto todettiin toimivaksi, minkä jälkeen sovittiin asiakkaan kanssa käytönopastus uuteen laitteistoon.

Asiakkaan käyttöön luotiin käyttäjätunnukset, joilla pääsee kirjautumaan pilvipohjaiseen käyttöliittymään, josta hallitaan koko rakennusautomaatiota. Pilvipohjainen hallinta mahdollistaa laitteiston seurannan melkein mistäpäin maailmaa tahansa. Käytönopastuksessa käytiin käyttöliittymän jokainen sivu läpi perusteellisesti ja perehdyttiin asiakasta muutettavista asetuksista ja säädöistä. Opastuksen yhteydessä nousi esiin myös uusia tarpeita asiakkaan puolesta, ja ne voitaisiin päivittää laitteistoon tulevaisuudessa.

7 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Opinnäytetyön taustalla oli tarve toimivalle rakennusautomaatiolle tehdasalueella. Asiakkaan nykyinen pelkästään tuloilmakojien säätöön tarkoitettu automaatio ei toiminut enää halutulla tavalla. Vanhan laitteiston tilalle haluttiin paremmin toimiva ja kattavampi järjestelmä, johon voitaisiin integroida kiinteistön muitakin laitteita. Tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa yhden kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmä, jota voidaan tulevaisuudessa laajentaa muihinkin kiinteistöihin.

Työn tekeminen oli mielenkiintoista ja siinä yhdistyi monta eri suunnittelun ja toteutuksen alaa. Pääsin tekemään alkukartoituksen asiakkaan kanssa, suunnittelemaan laitepisteet, pyytämään tarjoukset automaatiolaitteista sekä suorittamaan laitteiden asennuksia ja käyttöönottoa. Itse automaatiojärjestelmän ohjelmointiin en ottanut kantaa suunnittelussa enkä työn edetessä, vaan annoin automaatiojärjestelmän toimittajan luoda ohjelman esitietojen mukaan. Se oli hyvä päätös, koska työ oli jo muutenkin hyvin laaja. Projektin aikana sain paljon lisää tietoa rakennusautomaatiosta ja siihen liittyvistä laitteista, varsinkin tuloilmakoneen toiminnasta ja säädöistä.

Kokonaisuutena työ oli onnistunut ja asiakas sai toimivan rakennusautomaatiojärjestelmän, johon voidaan tulevaisuudessa lisätä jokaisen rakennuksen ohjaukset. Työn edetessä tuli lisää ajatuksia asiakkaalta ja itseltäni, mitä kaikkea uuteen automaatiojärjestelmään voitaisiin lisätä tulevaisuudessa. Etenkin kappaleiden uunituksen datan keruuseen ja mahdolliseen optimointiin löytyi uusia ajatuksia. Uusi järjestelmä auttaa asiakasta hoitamaan kiinteistöjä tehokkaasti ja seuraamaan energiankulutuksia. Energiankulutuksen seurannalla on mahdollista kehittää säästötoimenpiteitä tulevaisuudessa. Reaaliaikaiset hälytykset jokaisesta kohteesta parantavat laitteiden toimintavarmuutta ja mahdollistavat ripeämmät korjaukset ja pienemmät seisokkikustannukset laitteistoissa. Pilvipalvelu luo myös joustavuutta laitteiston käyttöön ja seurantaan erilaisissa tilanteissa.

LÄHTEET

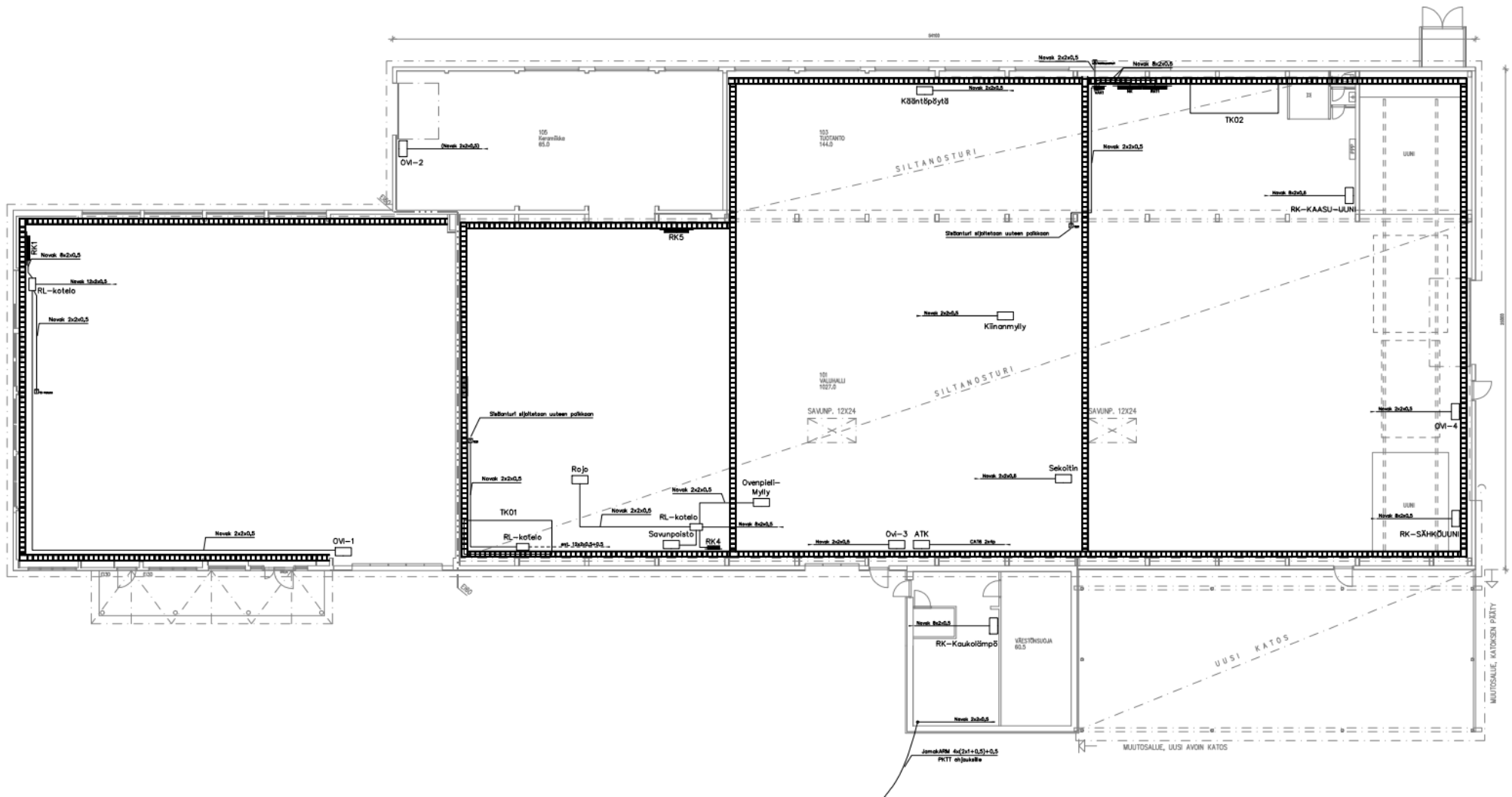
Bet-Ker Oy. *Yrityksen tiedot ja historia*. Saatavissa: <https://betker.fi/yritys/>. Viitattu 3.10.2023.

DEOS AG. Saatavissa: <https://www.deos-ag.com/en/>. Viitattu 3.10.2023.

Piikkilä, V. & Sulku, J. & Spangar, T. 2018. ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatiojärjestelmät, Rakennusautomaation historiaa. 6., uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

Spangar, T. & Sandström, B. & Sahlstén, T. 2018. ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatiojärjestelmät, Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne. 6., uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sulku, J. 2018. ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatiojärjestelmät, Rakennusautomaation merkitys kiinteistöissä. 6., uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.



KAAPELOINTILUETTELO					
Mistä	Mihin	Kaavio	Tyyppi	Pituus(m)	Selite
VAK-1	RL-Kotelo Varasto		NOVAK 8x2x0,5		VAK-1 -> Valuhallin varaston riviliitinkotelolle
RL-Kotelo Varasto	RK1		NOVAK 8x2x0,5		Riviliitinkotelolta ryhmäkeskukseen
RL-Kotelo Varasto	TE-Varasto		NOVAK 2x2x0,5		Riviliitinkotelolta varaston termostaatille
RL-Kotelo Varasto	OVI-1		NOVAK 2x2x0,5		Riviliitinkotelolta varaston nosto-ovelle
VAK-1	OVI-2		NOVAK 2x2x0,5		VAK-1 -> Keramiikkapajan nosto-ovelle
VAK-1	RL-Kotelo TK01		NOMAK 12x2x0,5		VAK-1 -> TK01 Riviliitinkotelolle, ENTINEN KAAPELI
RL-Kotelo TK01	TK01 TE-21		NOVAK 2x2x0,5		Riviliitinkotelolta TK01:n huoneanturille
VAK-1	RL-Kotelo RK4		NOVAK 8x2x0,5		VAK-1 -> RK4 riviliitinkotelolle
RL-Kotelo RK4	Rojo		NOVAK 2x2x0,5		Riviliitinkotelolta Rojo myllylle, käyntitieto
RL-Kotelo RK4	Ovenpieli mylly		NOVAK 2x2x0,5		Riviliitinkotelolta Ovenpieli myllylle, käyntitieto
RL-Kotelo RK4	Savunpoistokeskus		NOVAK 2x2x0,5		Riviliitinkotelolta Savunpoistokeskukselle
VAK-1	Kääntöpöytä		NOVAK 2x2x0,5		VAK-1 -> Kääntöpöydän sähkökeskukselle, käyntitieto
VAK-1	Kiinanmylly		NOVAK 2x2x0,5		VAK-1 -> Kiinanmyllyn sähkökeskukselle, käyntitieto
VAK-1	TK02 TE-21		NOVAK 2x2x0,5		VAK-1 -> TK02:n huoneanturille
VAK-1	Sekoitin		NOVAK 2x2x0,5		VAK-1 -> Veijon sekoittimelle, käyntitieto
VAK-1	OVI-3		NOVAK 2x2x0,5		VAK-1 -> Taiteovi valuhallin sivussa
VAK-1	ATK		CAT6 2x4p		VAK-1 -> ATK-kaapille siamilainen kaapeli
VAK-1	RK-Kaukolämpö		NOVAK 8x2x0,5		VAK-1 -> Kaukolämpö huoneen keskukselle
VAK-1	PKTT		NOVAK 2x2x0,5 ja JAMAKARM 4x(2x1+0,5)+0,5		VAK-1 -> PKTT:n ohjauksille kellarin kautta
VAK-1	NK		NOVAK 8x2x0,5		VAK-1 -> Keskukseen kWh-mittareille
VAK-1	RK11		NOVAK 8x2x0,5		VAK-1 -> Keskukseen kWh-mittareille ja ulkovalojen ohjaus
VAK-1	Valoisuusanturi		NOVAK 2x2x0,5		VAK-1 -> Valoisuusanturin kaapelointi
VAK-1	RK-Kaasu-uuni		NOVAK 8x2x0,5		VAK-1 -> Kaasu-uunin keskukselle
VAK-1	RK-Sähköuuni		NOVAK 8x2x0,5		VAK-1 -> Sähköuunin keskukselle
VAK-1	OVI-4		NOVAK 2x2x0,5		VAK-1 -> Nosto-ovi valuhallin päädyssä

Rakennusautomaation järjestelmäkaavio

