



Jami-Mikael Christian Rosendahl

Rakennusautomaatiolaitteiden tiedonkuvantaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

7.9.2021

Tiivistelmä

Tekijä: Jami-Mikael Christian Rosendahl
Otsikko: Tiedonkuvantaminen rakennusautomaatiossa
Sivumäärä: 48 sivua + 5 liitettä
Aika: 7.9.2021

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine: Automaatiotekniikka
Ohjaajat: Ryhmäpäällikkö Risto Leimuvaara
Lehtori Markku Inkinen

Tämän insinööriyön tarkoituksena on tutkia rakennusautomaatiolaitteiden tiedonkuvantamista suunnittelu- ja konsultointiyritys Granlund Oy:lle. Tiedonkuvantamisessa tarkoituksena on tehostaa laitteiston tiedon käytettävyyttä yhtenäistämällä tietomalleja. Tiedonkuvantaminen tapahtui yhdysvaltalaisesta avoimen lähdekoodin Project Haystack -menetelmää käyttäen. Project Haystack perustuu metadatan tuottamiseen tunnisteita hyödyntäen.

Insinööriyön teoreettisessa viitekehyksessä perehdytään rakennusautomaatioon, tiedonkuvantamiseen sekä sen tuottamiin hyötyihin rakennetussa ympäristössä. Viitekehyksessä tutkitaan Project Haystack -tiedonkuvantamismenetelmän toimintaa sekä sen hyödyntämistä rakennusautomaation näkökulmasta.

Työssä toteutettiin Granlund Oy:n asiakasyrityksen uudisrakennuskohteen kokeellinen energiakeskuksen laitteiston tiedon kuvantaminen. Uudisrakennuskohteen odotettu valmistumisajankohta on vuonna 2021. Tiedonkuvantaminen toteutettiin rikastamalla energiakeskuksen laite- ja pistetiedot metadatalle käyttäen Project Haystack -standardikirjaston tunnisteita. Testilaitteiston puutteesta johtuen koodin koestamiseen käytettiin Patrick Coffeyn kehittämää avoimen lähdekoodin graafista esitysohjelmaa. Ohjelma on kehitetty Project Haystack -tunnisteiden käytön tutkimista varten. Tiedonkuvantaminen tapahtui tuottamalla koodi, joka ajetaan asiakkaan kiinteistön valvomo-ohjelmaan. Koodi toteutettiin kolmessa eri Project Haystackin tukemassa tiedostomuodossa. Lopullisia tuotoksia hyödynnetään tulevaisuudessa lähtötietona yrityksen sisäiselle kehitykselle.

Avainsanat: Project Haystack, rakennusautomaatio, tiedonkuvantaminen

Abstract

Author: Jami-Mikael Christian Rosendahl
Title: Metadata-tagging of building automation equipment
Number of Pages: 48 pages + 5 appendices
Date: 7th of September 2021

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Automation Engineering
Instructors: Risto Leimuvaara, Group Manager
Markku Inkinen, Lecturer

The purpose of this thesis project was to map the usability of enriching building automation equipment with metadata. The thesis work was carried out for the Finnish engineering and consultancy company Granlund Oy. The goal of enriching building automation equipment with metadata is to increase usability of generated data, as more efficient data usage can lead to increased performance. The metadata enriching was completed using American made open-source metadata-tagging scheme Project Haystack. Project Haystack is used to enrich equipment information with metadata using a set of predefined tags.

Building automation systems, and the value addition enabled by Project Haystack metadata-based tagging is introduced in the thesis.

The work was completed as an experimental metadata-tagging of building automation equipment in a commercial building utilizing Project Haystack. The property is under construction during the thesis project. Upon completion of the construction, the building will be managed by Granlund Oy's customer. The metadata-tagging was applied to the buildings heating- and air conditioning network, which is connected to district heating.

An issue during the work was that there was no software to test the code. Therefore, an open-source software produced by Patrick Coffey was used to simulate metadata-tagging Project Haystack.

A code was produced, which includes all the metadata-information of the specified building automation equipment. The code was translated into three different languages, and it will be applied to the building automation system upon completion of the property for further study of the Project Haystack.

Keywords: Project Haystack, Building automation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakennusautomaatio	2
3	Project Haystack	8
3.1	Tiedon vaihtaminen	9
3.2	Toiminta	9
3.3	Ontologia	13
3.4	Prosessi	15
3.5	Tiedostotyytit	19
3.6	Osallistuminen	20
3.6.1	Työryhmät	20
3.6.2	Käyttöoikeus	22
3.7	Käytännön sovelluksia	23
3.7.1	SkySpark	23
3.7.2	Brainbox AI	24
3.7.3	Facilisight	24
4	Projektin esittely	26
5	Projektin lopetus	38
6	Yhteenveto	42
	Lähteet	43

Liitteet

Liite 1: Kohdekiinteistön energiakeskus

Liite 2: Lista projektissa käytetyistä tunnisteista

Liite 3: JSON-tiedosto

Liite 4: Zinc-tiedosto

Liite 5: Trio-tiedosto

Lyhenteet

API	<i>Application Programming Interface.</i> Ohjelmointirajapinta
CAT	<i>Category.</i> Kaapelistandardi.
CSV	<i>Comma Separated Values.</i> Luetteloerotinmallinen tietomuoto
HTML	<i>Hyper Text Markup Language.</i> Merkintäkieli, johon perustuvat useat internetsivustot.
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol.</i> Selaimien ja WWW-palvelimien tiedon- siirtoprotokolla.
I/O	<i>Input/Output.</i> Sisääntulo ja ulostulo.
IoT	<i>Internet of Things.</i> Esineiden internet.
JSON	<i>JavaScript Object Notation.</i> JavaScript-pohjainen rakenteellinen oh- jelmointikieli.
LAN	<i>Local Area Network.</i> Paikallisverkko.
LPU	<i>Lämpöpumppu.</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute Of Technology.</i> Yhdysvaltalainen teknil- linen korkeakoulu.
RAU	<i>Rakennusautomaatio.</i>
RPC	<i>Remote Procedure Call.</i> Tietoliikenneprotokolla.
SCRAM	<i>Salted Challenge Response Authentication Mechanism.</i> Datan va- rastointimekanismi, joka tukee salasana pohjaista todennusta.

TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol / Internet Protocol.</i> Internet-tietoliikenteessä käytettävän protokollan yhdistelmä.
URI	<i>Uniform Resource Identifier.</i> Tiedon sijainnin ilmaiseva merkkijono.
VAK	<i>Valvonnan alakeskus.</i>
YAML	<i>YAML Ain't Markup Language.</i> Merkintäkieli.

1 Johdanto

Tämä insinööri työ on toteutettu osana hanketta, jossa kokeillaan tiedon kuvantamista rakennusautomaatiossa. Insinööri työ toteutettiin kotimaiselle suunnittelu- ja konsultointialan yritykselle Granlund Oy. Yritys tarjoaa kiinteistö- ja rakennusalan toimijoille suunnittelu- ja konsultointipalveluita. Palveluihin kuuluvat muun muassa kiinteistöjen energiatehokkuuslaskelmat, LVI-, ja rakennusautomaatiosuunnittelu.

Insinööri työ pohjautuu kiinteistöjärjestelmien datan käytettävyyden tehostamisen tutkimiseen. Tutkimuksen kohteeksi valikoitui Yhdysvalloissa kehitetty tiedonkuvantamisen standardi Project Haystack. Kyseinen standardi on valikoitunut menetelmäksi useille ohjelmistoalustoille ja tuotteille, minkä vuoksi juuri kyseinen menetelmä valittiin tähän työhön. [1, s. 6.]

Tavoitteena insinööri työssä oli tutkia Project Haystackin hyödyntämistä rakennusautomaatiolaitteistossa. Tiedon kuvantamista tutkitaan keinona tehostaa rakennusautomaation kannattavuutta. Kannattavuuden tehostuminen perustuu oletukseen tehokkaammasta laitteistodatan käytöstä. Työn tarkoituksena oli havainnollistaa yhtenäisen tietomallin tuomia mahdollisuuksia, tutkia Project Haystackin käytettävyyttä sellaisenaan sekä mahdollistaa jatkotutkimuksia toimintojen kehittämisestä.

Työssä kokeilemalla selvitettiin Project Haystackin tunnistekirjaston käytettävyyttä Granlund Oy:n rakennusautomaatiosuunnittelussa. Tavoitteena oli, että työssä toteutettaisiin asiakkaan kohdekiinteistön energiakeskukselle valmis koodi laitteistojen tiedonkuvantamisesta niin, että muutoksia alkuperäiseen Project Haystack -kirjastoon ei tarvitsisi tehdä muutoksia. Työn tuotokset tullaan koeajamaan asiakasyrityksen uudisrakennuskohteeseen vuonna 2021.

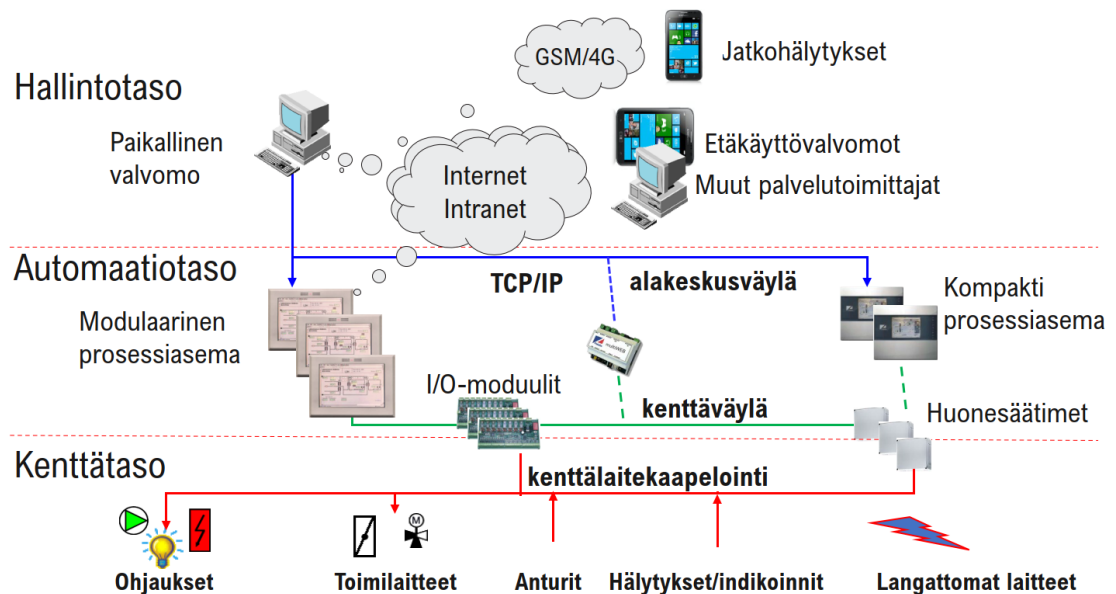
2 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatio on kiinteistöjen eri teknisten järjestelmien käytön, säädön, ja valvonnan työkalu. Näihin teknisiin järjestelmiin kuuluvat muun muassa valaistus, lämmitys ja ilmanvaihto. Järjestelmiä ohjaamalla pyritään optimoimaan käyttöä ja näin maksimoimaan laitteiden käytöstä saatavia hyötyjä. [2.]

Rakennusautomaatiojärjestelmät ovat yhdistelmä fyysisten laitteistojen sekä ohjelmistojen kerroksia, jotka yhdessä muodostavat täydellisesti toimivan järjestelmän rakennuksen laitteiden monitorointiin ja ohjaukseen. Rakennusautomaatiojärjestelmä tyypillisesti sisältää ylemmän tason ohjelmiston, joka mahdollistaa ohjelmointikäyttöliittymän ohjausjärjestyksien kehittämistä varten sekä datan historiatiedon keräämiseen. [1, s. 1.]

Rakennusautomaatiojärjestelmät ovat standardinomaisia suurille kaupallisille kiinteistöille, sillä ne tarjoavat hyötyä valtavassa mittakaavassa. Kiinteistön omistajan perspektiivistä kiinteistöjärjestelmien ohjelmallinen ohjaus, laitteiston etävalvonta ja helpotettu kunnossapidon toteutus kuuluvat merkittäviin hyötyihin. Kiinteistössä asioivan perspektiivistä hyötynä on parantunut sisäilman laatu. Kiinteistön omistajan perspektiivistä energiankulutuksen pienentämisen tuottama säästö on lupaavin hyöty. Lisäksi rakennusautomaatiojärjestelmätoimittajat voivat tarjota valvonnan käyttöliittymäpalvelun, johon saa sisällytettyä toimintoja datan liittämiseen ja yhteensovittamiseen, raporttien generointiin, vian havaitsemiseen ja määritykseen sekä ennakoivaan kunnossapitoon. Nämä lisätoiminnot ovat usein toimittajakohtaisia, ja niissä harvoin on mitään yhtenäistä standardia datan organisoinnille. [1, s. 1.]

Keskitettyjen rakennusautomaatiojärjestelmien rakenne jaetaan hierarkkisesti kuvan 1 mukaan kolmeen tasoon: hallintotasoon, automaatiotasoon ja kenttätasoon. Hajautettujen järjestelmien yleistymisen myötä hierarkian rajat ovat häivyttäneet. [3, s. 59.]



Kuva 1. Keskitetyn automaatiojärjestelmän yleinen rakenne [3, s. 60.]

Hallintotasoon kuuluvat paikalliset valvomot sekä etäkäyttöiset valvomot. Hallintotaso toimii rajapintana käyttäjän ja järjestelmän välillä. Hallintotaso voidaan toteuttaa yhtenä tai useampana järjestelmää hyödyntävän kiinteistön paikallisena PC-valvomona, tai etäkäyttöisenä keskusvalvomona, joihin voidaan usean kiinteistön valvonta keskittää. Valvomosta käyttäjä pystyy vaikuttamaan järjestelmän asetusrvoihin, esimerkiksi lämpötilaan, tarkastella graafisia prosessikuvia sekä seurata hälytyksiä. Keskitettyissä etävalvomoissa voidaan kustannustehokkaasti valvoa useita kiinteistöjä samanaikaisesti. Usean kiinteistön keskitetyssä etävalvomoissa voidaan hyödyntää laajempaa asiantuntemusta, joka tuo etua vaativissa analyysi- ja muutostehtävissä. Hallintotason toimintoihin tyypillisesti liittyy myös raportoinnin ja kunnossapidon ohjelmat. Paikallisesti kommunikointi hallintotasolla perustuu tyypillisesti Ethernet-väylään. Internetyhteyksiä, jotka pohjautuvat laajakaistatekniikkaan, hyödynnetään etävalvomoissa. Yhteysprotokollana LAN- ja internetyhteyksissä toimii nopeuden ja luotettavuuden tarjoava

TCP-IP-protokolla. Etähallinnan joustavuutta tuodaan avoimilla tiedonsiirtoratkaisuilla. Vastapainona avoimien tiedonsiirtoratkaisuiden joustavuudelle muodostuu huomioitavaksi riskiksi tietoturva. Itsenäiset ala-asemat sekä säätimet tekevät prosessien toiminnan vaativat ohjaus- ja säätötoimenpiteet. Tämän vuoksi tiedonsiirron ongelmat, esimerkiksi laitevika tai verkon huoltotoimenpiteet rajautuvat pääosin valvomoon. [3, s. 59–60.]

Keskitettyissä automaatiojärjestelmissä itsenäiset alakeskukset sekä niihin liittyvät I/O-moduulit luovat perustan automaatiotasolle. On myös mahdollista, että alakeskus on kokonaisuus, joka sisältää kiinteän I/O-pistemäärän. I/O-pisteisiin liitettyjen kenttälaitteiden ohjaus tapahtuu alakeskuksen sisältämällä ohjelmilla. LAN-verkkoon ja TCP/IP-protokollaan perustetaan tyypillisesti automaatiotason kommunikointi. Paikallisverkko on tyypillisesti CAT 6 -kaapeloinnilla toimiva Ethernet-verkko, ja optisilla kuiduilla toteutetaan pidemmät verkkokaapeloinnit. Mobiilien käyttölaitteiden yhteydessä voidaan myös käyttää langatonta verkkoa. Alakeskusten välinen tiedonsiirron tarve sekä valvomon käytön vaatima tieto toimitetaan verkon palvelemana. Verkkoa hyödynnetään myös esimerkiksi yksittäisen ulkolämpötilamittaustiedon jakamiseksi alakeskusten välillä. [3, s. 61.]

Toimilaitteet ja anturit sijoitetaan hierarkiamallissa kenttätasolle. Anturit välittävät mittaustietoa alakeskusten käyttöön reaaliaikaisesti. Mitattavina suureina ovat esimerkiksi olosuhteet, kuten mitattavan tilan lämpötila. Toimilaitteita ohjataan alakeskuksen ohjelmistoilla niin, että asetusten mukaiset tavoitearvot saavutetaan. Alakeskuksen väylää hyödyntäviä hajautettuja I/O-moduuleita voidaan myös sijoittaa kenttätasolle. Alakeskuksen ja kenttälaitteiden välinen kommunikointi toteutetaan kenttäväylällä. Tunnetuimmat kenttäväylästandardit ovat Mod-Bus, M-bus, KNX ja BACnet. Väyläratkaisu valikoituu asiakkaan valintojen, sovelluksen, valikoituneiden laitteiden, ja urakoitsijan tarjoamien vaihtoehtojen perusteella. [3, s. 61.]

Hajautetut rakennusautomaatiojärjestelmät koostuvat erilaisista sensoripisteistä, asetusarvopisteistä ja ohjauspisteistä hajautetuilla ohjaimilla, jotka kordinoivat ylemmän tason ohjainten kanssa kenttäväylästandardia hyödyntäen. [1, s. 1.]

Teknologian trendien vuoksi kiinteistöjen käyttö ja energiadatan instrumentointi ja kerääminen on erittäin kustannustehokasta [4.]. Nykyaikaiset automaatiojärjestelmät ja älykkäät laitteet mahdollistavat tiedon keräämisen valtavassa mittakaavassa. Näihin kuuluvat muun muassa laitteiston käyttötilatiedot sekä tieto ympäristöolosuhteista. Todellisuudessa tieto ja tietomallit ovat tyypillisesti standardoimatonta tai epäyhtenäistä ja organisoimatonta, sillä ne suunnitellaan ad-hoc-asenteella. Tämä johtaa epärakenteellisen tiedon paljouteen, josta arvon tuottaminen on haasteellista. [5, s. 1.]

Runsas ja hyvin organisoitu kiinteistön suorituskyvyn ja energiankulutuksen data mahdollistaa joukkion analyttisiä toiminnallisuuksia kiinteistön omistajille ja operaattoreille. Toiminnallisuudet mahdollistavat yksityiskohtaisen virheiden havainnoinnin ja järjestelmän tarkan optimoinnin. Valitettavasti datan integraatio rakennusautomaatiojärjestelmillä on työlästä ja kallista. Suuret kiinteistökeskittymät: kampukset, kaupungit ja yritysportfolioit kärsivät integraation haasteista akuuteimmin. Nämä suuret portfolioit sisältävät tyypillisesti laajan skaalan ohjausjärjestelmiä, jotka sisältävät useita laitetoimittajia ja standardoimattomia kommunikaatioprotokollia. Tyypillisesti niissä on kompleksisia IT-verkkoja ja kyberturvallisuuden vaatimuksia, ja ne voivat integroida hajautettuja energiare-sursseja infrastruktuureissa. Vaikka haasteet ovat merkittäviä, järjestelmien integroinnissa on potentiaalia tarjota suuren mittakaavan arvoa näille organisaatioille portfolionmittaisilla IoT-sovelluksilla. [6, s. 1.]

Informaation yhteensopivuus on avainasemassa muurina, joka estää hajautettujen järjestelmien saumattoman yhtenäisen toiminnan [1, s. 1]. Tarve laitedatan yhtenäistämiseksi perustuu laitevalmistajista riippuviin eroihin. Tiedon noutavoissa ja muodoissa on eroja, joiden takia anturidatan tallentaminen yhteiseen

tietokantaan sellaisenaan ei ole järkevää. [7, s. 43.] Haasteena informaation yhteensovittamisessa on pitkäväteinen, haastava ja kallis prosessi sovittaa kaikki kiinteistön tietomallit yhteen manuaalisesti. Haastetta tuottaa myös se, että minkä tahansa kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmien pisteiden nimeäminen ja merkintä mukailee suunnittelu- tai urakointiyrityksen omaa tyyliä. Vaihtelua voi myös aiheuttaa toimihenkilöiden omat toimintatavat, sillä yleistä standardia ei ole käytössä. Yleisesti luettavaa informatiivista dataa on lähinnä vain pisteen tyyppi, esimerkiksi analoginen lähtö, Analog Output, AO. Rakennusautomaatiojärjestelmältä saatava tieto tulee olla systemaattisesti ohjelmointikielen tulkin käännettävissä, jotta voidaan mahdollistaa tehokas analytiikka, ulkoinen valvonta ja ohjaus sekä joukko muita IoT-sovelluksia. [1, s. 1–2.]

Ongelman ratkaisemiseksi tulisi selvittää informaation yhteensovittamisen mahdollisuudet standardinomaisella metadatan tuottamiskäytännöllä, tai laitteistojen tunnistamiskäytännöllä kiinteistöissä sekä niiden välillä. Standardoitu skeema järjestelmän laite- ja pistetietojen rikastamisesta metadatalta tarjoaa mahdollisen reitin näiden epäyhteensopivuuksien ylitsepääsemiseen. [1, s. 2.]

Viimeisen vuosikymmenen aikana informaationaalisen metatiedon standardit Project Haystack sekä Brick Schema ovat kehittyneet ja kypsyneet käyttökelpoiksi. Kyseiset standardit tarjoavat kiinteistöjärjestelmille, laitteistoille, sekä pisteille rakenteellista ja suunnitelmallista semanttista metadatalta. Standardien mukaisten semanttisten tunnisteen asettaminen vähentää runsaasti kehittyneiden ohjaus- ja analytiikkasovelluksien toteuttamisen muureja. Kynnyksien pienentyminen kasvattaa muun muassa edistyneiden vianmääritys- ja vikadiagnoosiohjelmien sekä valvomojärjestelmien ohjausohjelmien toteuttamisen kannattavuutta. Edistyneet analyttiset ohjelmat tarjoavat mahdollisuuden kehittää rakennetun ympäristön tehokkuutta. [1, s. 2.]

Vuonna 2018 julkistettiin American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers toimesta ASHRAE 223P -standardi, joka on kehitetty Brick Schema -tietomallinnuskonseptien ja Project Haystack -tunnisteen integ-

roimiseksi. Standardin tarkoituksena on vähentää erillisten tiedonkuvantamisprotokollien määrää ja näin mahdollistaa semanttisen informaation yhteensopivuus rakennusautomaatiossa. ASHRAE pyrkii kehittämään standardia kansainväliseksi ISO-standardiksi. [8; 9, s. 7.]

3 Project Haystack

Project Haystack on usean yhteistyökumppanin kehittämä avoimen lähdekoodin aloite. Yhteistyökumppanit tavoittelevat aloitteella vankan, mutta joustavan semanttisen mallin kiinteistöjen sekä kiinteistöjärjestelmien metadatan mallintamiseen. [1, s. 6.]

Project Haystackin missiona on määritellä metodologia ja yhteinen sanasto, jotta kiinteistöjärjestelmien ja älykkäiden IoT-laitteiden tietomallit olisivat automaattisesti käännettävissä useissa eri ohjelmistoissa tai verkkopohjaisissa sovelluksissa. Tämä mahdollistaa laitteistoa hyödyntävien hallinnoijien, käyttäjien, valmistajien ja palveluntarjoajien luoda tehokkaammin lisäarvoa datasta, jota älykkäät järjestelmät keräävät valtavissa mittakaavoissa. [5, s. 1.]

Project Haystack on käynnistetty maaliskuussa 2011 [10.]. 2011 toukokuussa automatedbuildings.com:ille antaman sähköpostihaastattelun perusteella käynnistäjänä on toiminut yhdysvaltalaisen teknologiayrityksen SkyFoundryn perustaja Brian Frank [11.]. Project Haystack -organisaatio on perustettu Yhdysvalloissa, Virginian osavaltiossa 28. toukokuuta 2014. Organisaation perustajina toimivat kuusi yhdysvaltalaista teknologiayritystä. Perustajayritykset ovat Conserve IT, J2Innovations, Legrand, Lynxspring, Siemens, sekä SkyFoundry. Intel Corporation liittyi organisaatioon vuonna 2017 seitsemäntenä perustajajäsenenä. [12.] Tästä huolimatta Intel Corporation ei ole esitettyä Project Haystackin verkkosivuston jäsenlistauksessa [13.]. Näiden toimijoiden lisäksi organisaation yhteistyöjäsenenä toimii 20 muuta yritystä. Organisaatio on voittoa tavoittelematon. [4.]

Project Haystack -organisaatio järjestää biennaalisesti konferenssin HaystackConnect. Vuonna 2021 tapahtuma järjestettiin poikkeusolojen takia verkossa. Tapahtumaan osallistuu useita yritystoimijoita, ja siinä esitellään Project Haystackin kehitystä sekä sovelluksia ja ratkaisuja. [14.]

Tapahtumaan osallistuakseen tulee rekisteröityä. Rekisteröityminen on maksutonta osallistuvalla henkilöllä. Haystack Connect järjestettiin ensimmäistä kertaa vuonna 2013. [15.]

3.1 Tiedon vaihtaminen

Laitteiden, laitteistojen ja serverien väliseen tiedon vaihtoon on määritelty HTTP-protokolla. Protokolla perustuu operaatioihin, joita kutsutaan nimikkeellä ops. Operaatiot tarjoavat RPC-mekanismiin pyyntöjen lähettämiseen ja vastaanottamiseen paketteina, jotka on koodattu tuetussa tiedostomuodossa. Määrittelyssä on sisällytetty liitettävä SCRAM-pohjainen todennusprotokolla. [16.]

HTTP API:a hyödynnetään rajapintana verkkopalveluiden välisen datan siirtämisen. Rajapinta toimii mekanismina luodun tunnistedatan siirtoon verkkopalveluiden välillä. Haystack HTTP API -verkkopalvelin toteuttaa sarjan operaatioita "ops". Yksittäinen operaatio on URI, joka vastaanottaa pyynnön, ja palauttaa vastauksen. Standardin mukaiset operaatiot on määritelty tekemään kyselyitä entiteettitietokannasta sekä lukea tai kirjoittaa historia-aikasarjadataa. Operaatiot ovat liitettävissä niin, että toimittajat pystyvät kehittämään niiden omia API-käyttöliittymiä niiden omilla muokatuilla lisäarvoa tuottavilla toiminnoilla. [17.]

3.2 Toiminta

Project Haystack käyttää entiteettien sekä niiden välisien suhteiden kuvaamiseen kokoelmaa erilaisia tunnisteita. Jokainen tunniste kohdennetaan entiteettiin. Project Haystackissa on mahdollista luoda omia tunnisteita, joita ei ole sisällytettyinä standardinmukaiseen tunnistekokoelmaan. Standardiin kuulumattomien tunnisteiden lisääminen parantaa Project Haystackin laajennettavuutta käytännön sovelluksissa. Tunnisteet rakennetaan nimi-arvo tai avain-arvo pareina. [1, s. 6.]

Project Haystackissa on määriteltynä sarja datatyyppiä yleiseen tarkoitukseen, joita kutsutaan nimikkeellä "kinds", joilla helpotetaan yhtenäisen tiedonvaihdon

tuottamista. Näihin nimikkeisiin kuuluu merkkijonoja, numeroita sekä yleisiä aika- ja päivämäärämuotoja. Nimikkeitä on kolme kappaletta erikoisia ainokaisia tyyppiä, yksitoista skalaarista atomista tyyppiä sekä kolme kokoelmatyyppiä. [18.]

Taulukko 1 Project Haystack -datatyypit [18.]

Merkintätyyppi	Tarkoitus
Marker	Merkintä ilman arvoa. Käytetään tyyppin tai on-suhteen indikointiin.
NA	Esittää ei-saatavilla olevaa, puuttuvaa, tai virheellistä dataa.
Remove	Hyödynnetään dictsissä tunnisteiden poiston indikointiin
Bool	boolean-arvo: tosi tai epätosi
Number	integer tai floating point arvo mittausyksiköitä varten
Str	Unicode-merkkijono
Uri	Universal Resource Identifier
Ref	Viittaus toiseen entiteettiin
Symbol	Datatyypin def indentifikaattoreille
Date	ISO 8601 päivämäärämerkintä
Time	ISO 8601 kellonaikamerkintä
DateTime	ISO 8601 aikaleima aikavyöhykemerkinällä
Coord	Geograafisen koordinaatiston esitys
XStr	Monikkomuoto merkkijonosta
List	Jonomallisena esitettävä kokoelmadatatyypin
Dict	Ensisijainen kokoelmadatatyypin Project Haystackissä. Järjestämätön kokoelma nimi-arvo-pareja, joita kutsutaan tunnisteiksi.
Grid	Kaksiulotteinen taulukkomallinen datatyypin. Periaatteessa lista dictejä

Suurin osa Project Haystackin semanttisesta merkityksestä/tarkoituksesta kuvataan merkintä- ja arvotunnisteilla. Esimerkiksi, tiettyyn pisteeseen saattaa olla liitettyä zone-, temp-, ja sensor-merkintätunnisteet, joilla indikoidaan, että kyseessä on alueen lämpötilaa mittaava sensori. Sama tunniste saattaa sisältää Str, eli merkkijonona tunnisteysikön “°C”, joka ilmaisee, että sensori mittaa lämpötilaa celsiusasteina. Tunnisteiden arvot voivat olla muun muassa merkkijonoja, numeroita, booleaneja, päivämääriä tai kellonaikoja. Project Haystack hyödyntää perinteistä hierarkkista rakennetta site, equip, point. Site sisältää tyypillisesti useita laitteistoja ja laitteita, jotka kuvataan tunnisteella equip. Laitteistot tai laitteet sisältävät useita pistetietoja, jotka kuvataan tunnisteella point. Nämä avainsuhteet on kuvattu käyttämällä viittaustunnisteita siteRef ja equipRef. Muut viittaustunnisteet määrittävät muita suhteita, esimerkiksi päämittari ja siihen johtavat mittarit, jotka kuvataan tunnisteella submeterOf. [1, s. 6.]

Termiä entiteetti käytetään kuvaamaan ainutlaatuista olemusta Project Haystackissä. Entiteetit mallintavat reaali maailman asioita, kuten kiinteistöjä, huoneita ja laitteita. Entiteetti Project Haystackissä mallinnetaan aina dictinä. Entiteetti taksonomiapuu määrittelee fundamentaaliset tyypit, joita käytetään Project Haystackin tietomallien rakentamiseen. Seuraavat fundamentaaliset entiteetit on määritetty Project Haystackissä:

Taulukko 2 Project Haystack entiteettitunnisteet

Entiteetti	Merkitys
site	Yksittäinen kiinteistö määritetyllä katuosoitteella
space	Sijainti tai alue site-entiteetin sisällä.
equip	fyysinen tai looginen osa laitteistoa site-entiteetin sisällä
point	Sensori, kytkin, tai asetusaste equip-entiteetille
weatherStation	Sääaseman ilmoittamat havainnot
device	tietokoneet, ohjaimet, verkkolaitteet

Jokainen edellä mainituista ylimmän tason konsepteista sisältävät taksonomiapuun spesifimpien tyyppien lisäämiseksi. Esimerkiksi termi space toimii

juurena taksonomialle, joka sisältää termit floor, room, zones. Kaikki konseptimallit ontologiassa on formalisoitu termisanastoksi, jonka kartta on tagit käytetty dicteissä.

```
id: @whitehouse
dis: "White House"
site
area: 55000ft2
geoAddr: "1600 Pennsylvania Avenue NW, Washington, DC"
tz: "New_York"
weatherStationRef: @weather.washington
```

Esimerkkikoodi 1. Yksinkertainen esimerkki dictistä, joka kuvaa kiinteistöä (site). [16.]

Jokainen edellä mainituista riveistä esittää tunnistetta, eli nimi-arvo-paria. Jokainen tunniste kertoo käyttäjälleen kyseessä olevasta entiteetistä.

Taulukko 3 Esimerkkikoodin 1 tunnisteiden selitykset

Tunniste	Merkitys
id	Entiteetin ainutlaatuinen Id-tunniste.
dis	Esitettävä nimi helppolukuisuuden parantamiseksi.
site	Merkintätunniste, joka kertoo datan esittävän kiinteistöä.
area	Kiinteistön tai alueen pinta-ala.
geoAddr	Entiteettiin viittaava katuosoite.
tz	Aikavyöhyke, jolla kiinteistö sijaitsee
weatherStationRef	Kiinteistön käyttöön valittu sääasema

Kaikki entiteetit tunnistetaan uniikeiksi id-tunnisteella. Id-tunniste toimii entiteetin ensisijaisena avaimena, ja sen tulee olla uniikkina sisältönä entiteetin tietomallissa. Project Haystackissä on myös saatavilla "dis"-tunniste, joka toimii esitettävänä nimikkeenä entiteetille. Se ei vaikuta itse entiteetin toimintaan tai ominaisuuksiin. Dis-tunnistetta käytetään entiteettien nimittämiseksi lukijaystävällisemmäksi. [19.]

3.3 Ontologia

Project Haystackin semanttinen malli on rakennettu kolmelle eri tasolle: sanasto, taksonomia, ontologia. Sanastolla annetaan standardoitujen tunnisteiden nimille viralliset ehdot määrittelyä varten. Taksonomiapuuhun organisoidaan Project Haystackin tunnisteet ja ehdot. Ontologialla mallinnetaan kompleksisempia suhteita määritelmien välillä. [19.]

Jokaisella tunnisteella, joka on Project Haystackissä standardoituna, on virallinen määritelmä, joita kutsutaan nimikkeellä def. Virallisten määritelmien mukaan esimerkiksi tunnisteeseen geoCountry tulee olla Unicode-merkkijono, ja sen oletetaan aina olevan kaksikirjaiminen ISO 3166-1 koodi. Esimerkiksi Suomi = FI, Saksa = DE. [19.]

def	geoCountry	Geographic country as ISO 3166-1 two letter code
meta	def	geoCountry
	doc	See above
	enum	See below
	is	str
	lib	lib:ph
	tagOn	geoPlace

Kuva 2 Project Haystack -sanaston virallinen määrittely tunnisteelle geoCountry. Enum-tekstillä tarkoitetaan ISO 3166-1 -maatunnuksia. [20.]

Sidostunnisteet ovat termejä, jotka määräytyvät yhdistämällä kaksi tai useampaa merkintätunnistetta. Esimerkiksi tunniste co2-concentration, jota käytetään tunnisteena hiilidioksidipitoisuudelle, on sidos co2 ja concentration -tunnisteista.

Sidostunnisteet keventävät tehokkaasti käytettynä koodia, sillä kaikkia tunnisteita ei tarvitse merkitä erikseen. [19.]

Tunnisteiden ja sidoksien määritelmien mallia kutsutaan ohjatuksi sanastoksi. Ohjattu sanasto varmistaa, että jokainen termi, jota käytämme, on tarkasti määritelty. Kaikki termit ohjatussa sanastossa ovat organisoituina taksonomiapuuhun, joka organisoii tunnisteet laajimmista spesifeimpiin alatyypittämismekanismeilla. [19.] Alatyypitys on hyponymiaan perustuva työkalu konseptien luokitteluun, jossa alemman tason käsitteet perivät ylemmän tason käsitteiden ominaisuuksia. [21.] Esimerkiksi co2 on kaasun gas alatyypiksi, sillä co2 on yksittäinen määritelty kaasu. Tunnisteiden alatyypityksen perusteella tunnisteesta co2 on luettavissa ylätyyppeinä esiintyvät tunnisteet kuvan 3 mukaisesti. Ylemmän tason tunnisteiden, esimerkiksi kaasun tunnisteiden gas ei tarvitse tarkoittaa hiilidioksidia, vaan sillä voidaan tarkoittaa mitä tahansa kaasumaisessa olomuodossa olevaa substanssia, jotka on määritetty Project Haystackin ohjatussa sanastossa kuvan 4 mukaisesti. [22.]

supertypes	marker	Marker labels a dict with typing information
	phenomenon	Aspect of scientific interest with measurable quantities
	substance	Matter in one the three states solid, liquid, or gas
	fluid	Liquid or gas
	gas	Substance with neither definite volume nor shape

Kuva 3 Hiilidioksidin tunnisteiden co2 ylätyypit [23.]

subtypes	air	The mixture of gases which surrounds the earth
	ch2o	Formaldehyde (CH ₂ O)
	ch4	Methane (CH ₄)
	co	Carbon monoxide (CO)
	co2	Carbon dioxide (CO ₂)
	hfc	Hydrofluorocarbons
	n2o	Nitrous oxide (N ₂ O)
	naturalGas	Fossil fuel energy source consisting largely of methane and other hydrocarbons
	nf3	Nitrogen trifluoride (NF ₃)
	nh3	Ammonia (NH ₃)
	no2	Nitrogen dioxide (NO ₂)
	o2	Oxygen (O ₂) - the common dioxygen allotrope in the air
	o3	Ozone (O ₃)
	pfc	Perfluorocarbons
	sf6	Sulphur hexafluoride (SF ₆)
	steam	Water in its gas form
tvoc	Total volatile organic compound (TVOC)	

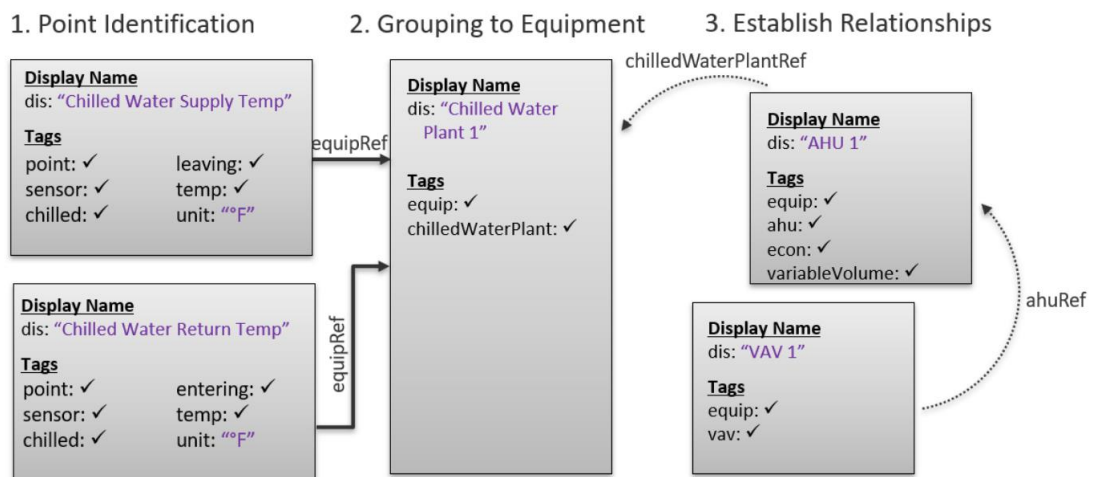
Kuva 4 Gas-tunnisteen alatunnisteet alatyypitettyinä [24.]

Project Haystack määrittelee olevansa täysi ontologia, sillä se myös määrittelee useita termien välisiä suhteita myös taksonomian luokittelujen ulkopuolella. Esimerkiksi Project Haystack määrittelee substanssien ja määreiden välisiä suhteita käyttämällä mittauksia kyseisille substansseille. On määritelty, että lämpötilan tunniste temp on määre, eli quantityOf fyysisestä substanssista, kun taas tunniste luminous-flux on määre valolle. [19.]

3.4 Prosessi

Prosessin tarkoitus on tunnistaa kaikki dataa keräävät pisteet kontekstuaalisesti, jotta voidaan mahdollistaa syvempi kehitys analytiikkakerroksissa rakennusautomaatiojärjestelmän yläpuolella. Käsitteellisesti metadatalalla rikastamisen prosessi Project Haystackissä koostuu kolmesta yleisestä vaiheesta. Ensimmäisenä vaiheena on pisteen tunnistaminen. Tämä tarkoittaa jokaisen itsenäisen

pisteen tyyppin tai luonteen luokittelua asettamalla niille halutut tunnisteet. Seuraavana vaiheena on laitteiston tunnistaminen. Laitteistoon sekä laitteiden tyyppin ja luonteen tunnistaminen, ja rikastaminen halutuilla tunnisteilla. Laitteiston tunnistamisen jälkeen ryhmitetään pisteet niihin liittyviin laite- ja laitteistoentiteetteihin Ref-tunnistetta hyödyntämällä. Viimeisenä vaiheena on järjestelmän tunnistaminen. Vaiheessa tunnistetaan ja luokitellaan laitteiden ja laitteistojen väliset suhteet ja kartoitetaan nämä suhteet rakennuksen järjestelmiin. [1, s. 7.]



Kuva 5 Tunnistamisprosessi [1, s. 7]

Pisteen tunnistamisella tavoitellaan jokaisen rakennusautomaatiojärjestelmän pisteen liittämistä spesifiin funktioon, ja määrittellä sen spesifit ominaisuudet. Pisteen tunnistaminen vaatii vastauksen neljään avainkysymykseen jokaisesta piste-entiteetistä:

- Mikä on pisteen käyttötarkoitus?
- Mikä määre liittyy pisteeseen?
- Mikä substanssi tai olemus liittyy pisteeseen?
- Missä piste sijaitsee?

Project Haystackissa piste voidaan luokitella kolmeen eri ryhmään: sisääntulot, ulostulot ja ohjelmalliset pisteet. Kaikki sisääntulot, esimerkiksi mittaukset merkitään sensor-tunnisteella. Ulostulot, esimerkiksi ohjauskomennot merkitään cmd-tunnisteella. Ohjelmalliset pisteet, esimerkiksi asetusarvopisteet merkitään

sp-tunnisteella. Pisteeseen liittyy tyypillisesti fyysinen määre, esimerkiksi lämpötila, paine, virtaus tai asento. Asennolla voidaan tarkoittaa venttiilin tai muun toimilaitteen asentoa. Joskus määreenä voi olla laitteen ohjaus tai esimerkiksi tilan käytön status tai verkon ominaisuudet, kuten datan siirtonopeus. Sensor-piste voi mitata esimerkiksi ilmaa, vettä tai höyryä. Cmd-piste voi ohjata esimerkiksi moottoripeltiä tai venttiiliä. Project Haystack -tunnisteet, kuten entering, leaving, discharge, return, exhaust, ja outside, kuvaavat pisteen sijaintia, tai poikkeustapauksissa siihen liittyvää substanssia, järjestelmässä tai osassa laitteistoa. [1, s. 7.]

Project Haystackissä pisteet kuuluvat laite-entiteettiin, joka merkitään equip-tunnisteella. Esimerkkejä laite-entiteeteistä ovat muun muassa:

- Ilmanvaihtokone esitetään tunnisteella ahu.
- Jäähdytin esitetään tunnisteella chiller.
- Sähkömittari esitetään tunnisteella elec-meter.

Laitte-entiteeteillä voidaan toteuttaa tunnisteiden luominen osittain standardinomaisesti. Esimerkiksi ilmanvaihtokoneistoon voidaan usein asettaa tunnisteet outside, return, mixed ja discharge. Laitteiston tunnistaminen vaatii liittyvien pisteiden ryhmittämistä, ja pisteen luonteen hyödyntämistä isäntälaitteen päätelyyn. Kun laite tai laitteen osa on tunnistettu, kyseistä informaatiota voidaan pidemmälle hyödyntää parantamaan pisteiden tunnistamista ja luokittelua tunnistamalla puutteita pistelistasta ja yhdistämällä kartoittamattomat pisteet interferenssillä tai eliminointimenetelmällä. Suhteen luominen pisteen ja sen isäntälaitteelle mahdollistaa laitteiston viittaustunniste equipRef. Laitteiston viittaus-tunniste asetetaan pisteeseen, ja viittauksen luomiseksi käytetään viitattavan laitteiston uniikkia id-tunnistetta. [1, s. 7–8.]

Laitteistojen yksittäiset tai itsenäiset osat voidaan organisoida järjestelmiksi. Järjestelmäksi voidaan organisoida keskitetty ilmanvaihtokoneisto sekä koneiston vaikutusalueella olevat ilmanvaihtoon vaikuttavat muut toimilaitteet. Järjestelmän tunnistamisessa vaatii näiden suhteiden tunnistamista, ja luokittelua tyyppin mukaan. Project Haystackissä huonesäätöön vaikuttavat jälkilämmitys- tai

jäähdytyslaitteet liitetään keskitettyyn ilmanvaihtokoneistoon ilmanvaihtokoneen viittaustunnisteella ahuRef. [1, s. 8.]

Pistenimikkeet sekä muut pistetunnisteet voivat opastaa pisteen tunnistamisessa ja laitteiston tunnistamisessa. Esimerkiksi piste, johon on liitetty tunniste Celsiusasteiden yksiköstä, tulisi omata lämpötilan tunniste temp. Muut samaan, esimerkiksi alakeskuksen IO-paneeliin kuuluvat pisteet voivat kuulua samaan järjestelmään tai laitteistoon. [1, s. 8.]

Raaka, jalostamaton rakennusautomaatiodata voidaan laajasti jakaa kahteen kategoriaan: pistedataan ja aikasarjadataan. Pistedata voi sisältää pisteen nimen, joka todennäköisesti ei ole standardoitu: pisteen osoitteen, laitteen osoitteen, numeron tai nimen, pisteen tyyppi: input, output, sisäinen muuttuja, ja yksiköt. Raaka pistenimi tyypillisesti sisältää hyödyllistä tietoa kyseessä olevan entiteettiin liittyen. Tyypillisesti tämä tieto on hämärtynyt standardoimattomien lyhennysformaattikäytäntöjen takia. Lyhennyskäytännöt voivat vaihdella yritystasolla, tai jopa suunnittelijakohtaisesti. Esimerkiksi "SODA1R410B_ART" voi toimia pistenimikkeenä lämpötilasensorille, ja vastaava pistetieto voi olla toisessa kiinteistössä nimikkeellä "SDF_SF1_R282_RMT" tai "Zone Temp 2 RMI204". [1, s. 8; 25, s. 124.]

Aikasarjadata generoidaan pisteistä kiinteistön läpi, ja ovat hyödyllisiä samankaltaisten pisteiden ryhmittelyyn. Esimerkiksi sensorit, jotka mittaavat ilman lämpötilaa eri sijainneissa kiinteistöä, todennäköisesti raportoivat mittauksia, jotka ovat samassa yleisessä arvovälissä ja esittävät vastaavia syklisiä malleja arvojen vaihtelussa. Tästä syystä aikasarjadata on tyypillisesti yhdenmukaisempi kiinteistöjen välillä kuin raaka pistetieto. Tästä huolimatta merkityksellisen informaation ulosvieminen datavirroista on haasteellista, sillä ne harvoin keräävät kokonaista tai uniikkia pistetyyppitietoa. [1, s. 8.]

3.5 Tiedostotyypit

Project Haystackissä on määriteltynä kuusi tiedostoformaattia standardinmukaisien datatyyppien ohjelmoimiseen. Tuetut tiedostotyypit ovat ZINC, JSON, Trio, CSV, JSON-LD sekä Turtle. Jokainen tiedostotyyppi on tarkoin määriteltynä Project Haystackin filetype-määritelmässä. [26.]

ZINC on alkuperäinen Project Haystackin tietformaatti, joka on suunniteltu ohjelmoitavaksi luetteloerotinmallisesti vahvalla tyyppityksellä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että ZINC-kielessä jokainen datatyyppi, esimerkiksi kirjaimet, numerot, merkit ovat valmiiksi määriteltynä. Datatyyppien vääränlainen käyttö johtaa virheisiin. ZINC tarjoaa täsmällisen toteutustavan kaikkien Project Haystackin tietomallien ohjelmoimiseksi ilman kirjoitushäviötä. ZINC:in skalaarinen ohjelmointimalli toimii myös perustana kahdelle muulle ohjelmointikielelle Project Haystackissä: Trio ja JSON. ZINC on oletusformaatti HTTP API:lle. ZINC-nimike toimii akronyyminä Zinc Is Not CSV, suomeksi Zinc ei ole CSV. [27.]

JSON on tyypillisesti datan sarjoittamiseen käytetty tekstiformaatti. Sitä hyödynnetään tarjoamaan virheettömän tuen Project Haystackin hyödyntämiseen ilman informaatiohukkaa. JSON-formaatti on ZINC:in ohella tuettuna HTTP API:lle. Project Haystackissä on saatavilla kaksi versiota toteuttamisesta JSON-kielillä: JSON Version 4 ja JSON Version 3. JSON Version 3 on säilytetty virallisena kielenä, jotta yhteensovittaminen taaksepäin helpottuisi. [28.]

Trio on akronyyminä sanoille Tag record input/output. Trio hyödynnetään Project Haystack -datan tekstimallintamiseen käsin. Trio on väljä ohjelmointikieli, ja siinä jokaisella rivillä voi olla vain yksi tunniste, ja tunnisteet ilmaistaan nimi:arvo-muotoisena. Poikkeuksellisesti Trio-formaatissa merkintätunnisteet, joissa ei esitetä arvoa, ilmaistaan nimi-muotoisena. Entiteetit erotetaan toisistaan viivalla. Trio on johdettu ohjelmointikielestä YAML. Trio käyttää ZINC:iin perustuvaa koodausta skalaarisille tyypeille. [29.]

Project Haystackin ensisijainen kieli ZINC on johdettu CSV-mallista. CSV toimii luetteloerotinmallilla. CSV-tiedostot on helposti tuotu ja viety taulukkokaavioista ja suhteellisista tietokannoista, sillä kieli on tuettuna muun muassa Excelissä. CSV ei tue yksinkertaisuutensa vuoksi täydellisesti Project Haystack-tietomalleja, joten metadataa, ja tyyppi-informaatiota voidaan tässä formaatissa menettää. [30.]

3.6 Osallistuminen

Project Haystack-verkkosivuille on luotu keskustelupalsta, jonka tarkoituksena on mahdollistaa palautteen jakaminen sekä julkinen kehitys- ja yhteistyö. [31.] Keskustelupalsta on aktiivinen, ja heinäkuun 2021 loppuun mennessä aihealueita on luotu 941. [32.] Keskustelupalstalla on esillä myös työryhmät, joissa tapahtuu Project Haystack -yhteistyökehitys.

3.6.1 Työryhmät

Project Haystackin kehittämiseen on mahdollista osallistua työryhmien kautta. Työryhmien nimityksenä käytetään Working Group, lyhennettynä WG. Työryhmät toimivat osana Project Haystack -verkkosivujen keskustelupalstaa. Työryhmät-ominaisuus perustuu Haystack Connect Community Working Group -työpajassa saatuun palautteeseen, ja se julkistettiin vuonna 2017. Rekisteröityneet käyttäjät voivat luoda työryhmän Project Haystack -verkkosivustolle. Työryhmä astuu voimaan, kun keskustelupalstan ylläpitäjä hyväksyy työryhmän aiheen. Työryhmien tavoitteena on ottaa kantaa puuttuviin ominaisuuksiin ja toiminnallisuuksiin sekä kehittää ratkaisuja, jotka hyödyttävät Project Haystackin käyttäjiä. Työryhmillä pyritään saamaan lisää näkyvyyttä Project Haystackin yhteisön sisäisiin kehitysideoihin, ja näin saada työryhmille niiden tarvitsemaa osaamista. Työryhmät saavat WG-tunnisteen keskustelupalstalla, ja aktiivisille työryhmille on toteutettu oma sivu erottelun ja hakemisen helpottamiseksi keskustelupalstalla.

Työryhmä koostuu jäsenistä sekä vastuuhenkilöstä, jota kutsutaan nimikkeellä Champion. Työryhmän vastuuhenkilöksi valitaan automaattisesti henkilö, joka julkaisi aloitteen keskustelupalstalle. Työryhmän vastuuhenkilö on kuitenkin vaihdettavissa, mikäli pätevämpi tai innokkaampi henkilö löytyy johtamaan työryhmää. Työryhmään voi liittyä jäseneksi kuka tahansa, joka on rekisteröitynyt verkkosivuille. Työryhmän palstalle voi jakaa viestin, vaikka ei kuuluisi työryhmän jäseneksi. [33; 34.]

Työryhmillä on yksinkertainen elinkaari:

- Open: työryhmä on muodostettu, sillä on vastuuhenkilö, ja aktiivista työtä tehdään työryhmän projektin eteen.
- Review: Työryhmä on julkistanut ehdotelman aiheeseen liittyvästä toteutuksesta, ja pyytää palautetta sekä kehitysideoita suuremmalta osallistujajoukkiolta.
- Closed: Työryhmän tuottama projekti on saatu päätökseen. Projektin tuotokset on otettu yleiseen käyttöön, osaksi yleisiä käytäntöjä.
- Cancelled: Työryhmä ei ole enää aktiivinen, ja työryhmän ehdotelmia ei viedä loppuun saakka. [33.]

All Topics 25 New Topic Mark All Read Page 1 of 1

● #492	WG	New Data Center Tag Working Group	Ron Snyder (5)	Mon 17 Sep 2018
● #496	WG	Lab/Fume Hood Working group	Gabe Sandoval (1)	Wed 5 May
● #497	WG	Chiller Plant Enhancements Working Group	Sean Stackhouse (4)	Mon 30 Mar 2020
● #503	WG	Access Security Working Group	Justin Tashker	Mon 12 Jun 2017
● #505	WG	Refrigeration System	Nathan Rona (1)	Wed 17 Feb
● #506	WG	Unitary Equipment Working Group	Eric Loew (1)	Fri 25 Aug 2017
● #530	WG	BIM/Haystack Working Group	Chris Renter (3)	Wed 17 Mar
● #595	WG	Invitation to Project-Sandstar Working Group	Alper Üzmezler (11)	Thu 2 Apr 2020
● #609	WG	AHU Standing WG	Jay Herron (54)	Wed 17 Jun 2020
● #667	WG	Cybersecurity Working Group	F Gordy (10)	Fri 7 Jun 2019
● #701	WG	Data Center Tags	Jason Ganiatsas (2)	Thu 4 Jul 2019
● #705	WG	Lighting Systems WG	Jeremy Yon (16)	Tue 7 Apr 2020
● #837	WG	Haystack Labs Standing WG	Cory Mosiman (1)	Thu 9 Jul 2020
● #916	WG	VRF System	Yuya Saito (2)	Yesterday
● #514	WG	Dry Bulb Points and The 'air' Tag	Jay Herron (23)	Tue 24 Apr 2018
● #551	WG	Haystack Type System WG	Brian Frank (8)	Thu 28 Mar 2019
● #709	WG	Haystack RDF Export - Working Group	Matthew Giannini (3)	Wed 28 Apr
● #734	WG	Working Group: ATEs systems	Jaap Balvers (11)	Tue 30 Mar
● #776	WG	Working Group: Greenhouse Gas	Matthew Giannini (8)	Thu 15 Apr
● #494	WG	Project Haystack Working Groups	Matthew Giannini (2)	Thu 31 Aug 2017
● #501	WG	Flow Modeling working group	Karine Lavigne (1)	Wed 28 Apr
● #553	WG	Reference Model	Patrick Coffey (26)	Wed 21 Feb 2018
● #626	WG	RESET Standard and Air Quality Tags	Cory Mosiman (14)	Wed 8 Jul 2020
● #649	WG	Correction to Units Database - Light Base Values	Keith Bishop (8)	Mon 20 May 2019
● #792	WG	Haystack JSON Encoding	Gareth David Johnson (38)	Thu 22 Apr

[RSS Feed](#) / Page 1 of 1

Kuva 6 Kuvankaappaus 3.6.2021 Project Haystack WG -sivulta [34.]

3.6.2 Käyttöoikeus

Project Haystack on maksuton ja vapaasti käytettävissä. Kuka tahansa voi osallistua Project Haystackin kehittämiseen. Kaikki materiaali, joka liittyy Project Haystackiin sekä sen yhteisöön, on saatavilla avoimena lähdekoodina. Lähdekoodin lisensointi tapahtuu Academic Free License 3.0 -lisenssiä hyödyntäen. [4.] Academic Free License 3.0 perustuu avoimeen Open Software License 3.0:aan. [36.]

Lisenssillä materiaalien omistaja eli lisensoija oikeuttaa materiaalien käyttäjälle maailmanlaajuisen, rajoittamattoman, epäeksklusiivisen, alilisensoitavan lisenssin tekijänoikeuden voimassaolon ajaksi. Lisenssi oikeuttaa käyttäjää toisintamaan alkuperäisiä materiaaleja yksittäisinä kopioina tai osana kokoavaa/kollektiivista työtä. Lisenssi oikeuttaa käyttäjää kääntämään, sovittamaan, muokkaamaan tai sopeuttamaan alkuperäistä työtä, luoden johdannaisia versioita alkuperäisistä materiaaleista. Lisenssi oikeuttaa käyttäjän jakamaan tai viestimään alkuperäisiä tai johdannaisia materiaaleja julkisuuteen millä tahansa käyttäjän valitsemalla lisensoinnilla, joka ei loukkaa lisensoijan oikeuksia. Lisenssi oikeuttaa käyttäjän esittämään ja esittelemään alkuperäisiä materiaaleja julkisesti. [37.]

3.7 Käytännön sovelluksia

Ratkaisut, joita useat toimijat kehittävät, parantavat Project Haystack -standardin käytettävyyttä. Hyviä esimerkkejä ratkaisuista, jotka pohjautuvat Project Haystack-standardiin, ovat SkySpark, BrainBox AI sekä Facilisight.

3.7.1 SkySpark

SkySpark on Project Haystack -kirjastoa hyödyntävä automaattista analytiikkaa tarjoava ohjelmistotuote. Ohjelmiston kehittäjänä toimii yhdysvaltalainen SkyFoundry. SkyFoundry toimii Project Haystack -organisaation perustajajäsenyrityksenä. SkySpark tarjoaa mahdollisuuksia kehittämään kiinteistöjen suorituskykyä sekä vähentämään käyttökustannuksia tunnistamalla vikoja, poikkeavuuksia sekä korrelaatioita. [38, s. 2.]

SkySpark sisältää joukon sovelluksia analytiikan esittämiseksi. Näiden sovellusten käyttäjärajapintana hyödynnetään HTML5:tä, joten käyttö on mahdollista verkkoselaimella. Analytiikkatietoja voidaan myös viedä ulos avoimen API-rajapinnan kautta kolmansien osapuolien sovelluksille. [38, s. 5.]

University of British Columbiassa haluttiin tutkia kiinteistöjärjestelmien tehokkuuden kasvattamista analytiikkaohjelmistoilla vuonna 2016. Tutkimuksessa ohjelmistoksi valikoitui SkySpark kanadalaisen toimittajan kautta. 2020 julkaistun tapaustutkimuksen perusteella säästöä ohjelmiston käytöstä kertyy yli 10 miljoonaa kanadan dollaria vuosittain. [39, s.10.]

3.7.2 Brainbox AI

BrainBox AI on toukokuussa 2019 käynnistetty kanadalainen yritys, joka tarjoaa tekoälyratkaisuja kiinteistöjärjestelmien optimointiin. Tarkoituksena on hyödyntää tekoälyä ohjaamaan kiinteistöjärjestelmiä haluttujen parametrien, esimerkiksi huonelämpötila niin, että energiatehokkuus voidaan pitää korkeana. Tekoäly toimii syväoppimisella, ja se oppii kiinteistön historiadatasta. Tekoäly oppii näin muuttamaan mm. huonekohtaisia lämmityksiä esimerkiksi päivänajan tai käytön mukaan. [40, s. 10.] BrainBox AI toimii Project Haystack -yhteistyöyrityksenä. [14.]

Holiday Inn Longeuilissa kokeiltiin Brainbox AI:n hyödyntämistä kiinteistön energiakulutuksen laskemisessa. Tavoitteena oli laskea yhteisten tilojen energiankulutusta 29 % hyödyntämällä nykyistä LVI-järjestelmää kuitenkin niin, että hotellille ominainen vieraiden mukavuustaso säilyy. Ohjelmistoa hyödyntämällä keskivertosäästöksi tuli noin 34 % viiden kuukauden mittausjaksolla. Tulosta ja joustavuutta rajoitti se, että tekoälyllä ei ollut oikeutta vaikuttaa aluelämpötilojen asetusarvoihin. [41.]

3.7.3 Facilisight

Facilisight on ohjelmisto, joka tarjoaa älykkäitä toiminnallisuuksia kiinteistöjärjestelmien ohjaamiseen. Se hyödyntää reaaliaikaista anturi- ja säädataa kiinteistöjärjestelmien hallinnointiin, sekä hyödyntää koneoppimista kysynnän ja mallien ennustamiseen. Facilisight toimii myös alustana useille sovelluksille, joihin kuuluu muun muassa mobiilisovellus huonesäädöille. Facilisightilla on mahdollista hallinnoida kokonaisia kiinteistöportfolioita. [42.] Facilisightin kehittäjänä

toimii 75F. 75F on startup, joka on perustettu vuonna 2012. [43.] Yritys toimii Yhdysvalloissa, Intiassa sekä Singaporessa. [44.] Yrityksen tavoite on kehittää älykkäitä IoT-ratkaisuja kiinteistöjärjestelmien energiatehokkuuden kasvattamiseksi. [45.]

75F on ottanut ohjelmistoihinsa käyttöön Project Haystack API-rajapinnan lokakuussa 2020. Rajapinta mahdollistaa Haystackatyn kiinteistödatan integroinnin verkkopalveluihin. [46.]

Mercedes-Benz Research & Development India, virallisesti lyhennettynä MBRDI, tilasi 75F:ltä Facilisight-kiinteistönhallintajärjestelmän Bangaloren toimipisteelle. Facilisightin käyttöönotto laski kiinteistön LVI- ja valaistuskustannuksia 25 %. Järjestelmän mahdollisti työntekijöille aluekohtaisesti säädettävän ilmanvaihdon ja valaistuksen ohjauksen, joka mahdollistaa mieltymyksen mukaisen räätälöinnin työolosuhteisiin. [47.]

4 Projektin esittely

Projektin kohteena toimii Granlund Oy:n asiakasyrityksen uudisrakennuskohde. Rakennettavaa kiinteistöä tulee operoimaan päivittäistavarakauppa. Tavoitteena on mahdollisimman laajasti hyödyntää Project Haystackin tunnistekirjastoa sekä tutkia kirjaston riittävyttä ja soveltuvuutta Granlund Oy:n käyttöön. Koska tarkoituksena on tutkia vakiokirjaston riittävyttä, ei projektissa hyödynnetty ad-hoc-tunnisteiden luomisen mahdollisuutta Project Haystackissä.

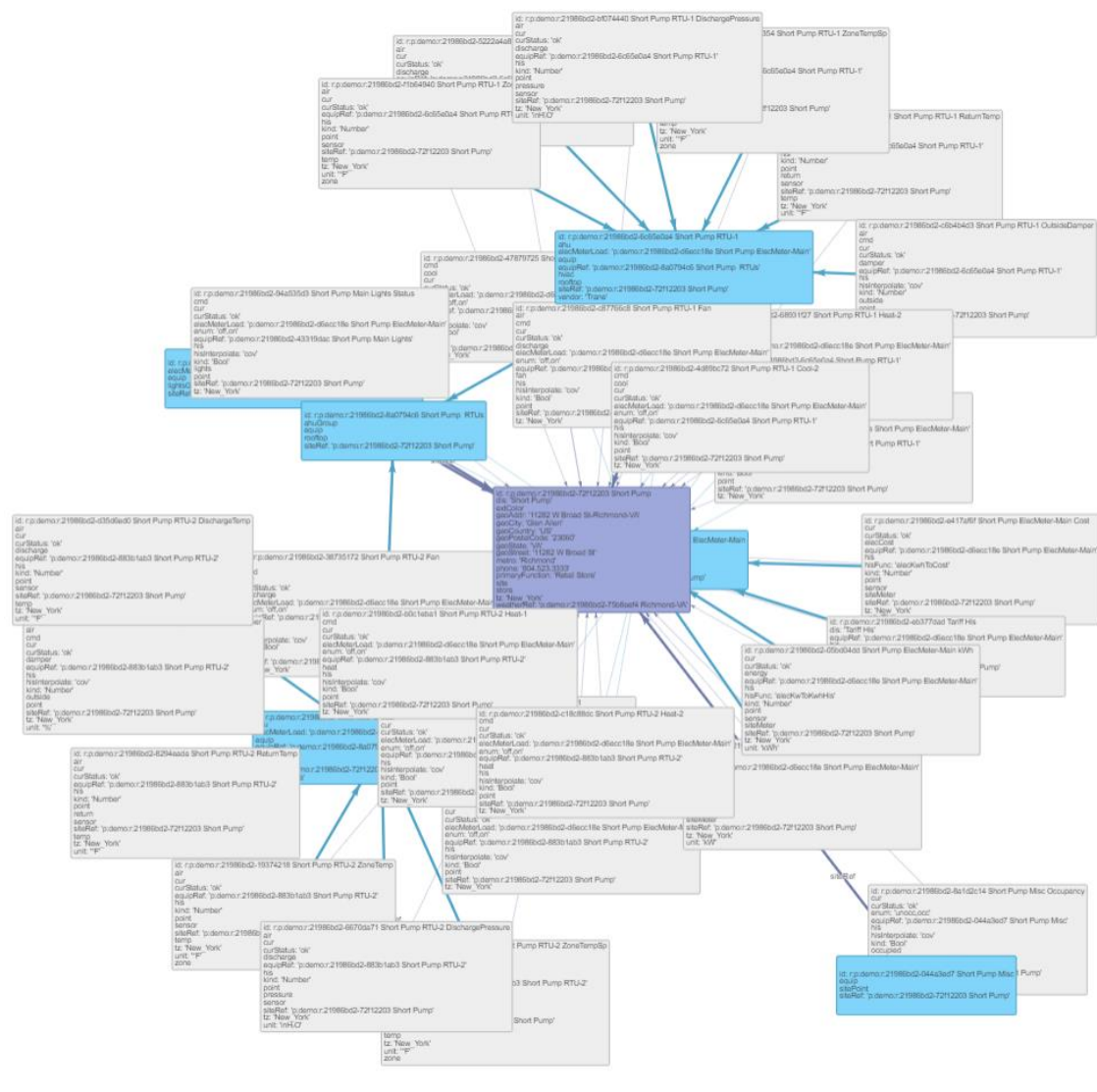
Tarkoituksena projektissa on koestaa kohdekiinteistön energiakeskuksen laitteistopisteiden rikastaminen metatiedolla. Energiakeskuksen säätökaavio on esitetty liitteessä 1. Projektin tutkimuksen kohteena on energiakeskuksen pisteet sekä laitteet, jotka liittyvät kohdekiinteistön LPU-VAK:iin. Energiakeskuksessa on myös RAU-VAK:iin liitettyjä pisteitä, mutta näitä ei projektissa tutkita.

Project Haystack mahdollistaa kaikkien laitteiden ja laitteistojen osien tunnistamisen. Tästä huolimatta halusimme luoda entiteetit sekä tunnisteet vain laitteille ja pisteille, jotka sisältävät rakennusautomaation kannalta merkittäviä toiminnallisuuksia. Perusteena tälle on se, että esimerkiksi suodattimen tai passiivisen käsiohjausventtiilin entiteetin tunnistaminen sekä tunnisteiden luominen ei tuo lisäarvoa rakennusautomaation käyttöön.

Projektin toteuttamiseen hyödynnettiin Project Haystackin virallisia julkisia kirjastoja. Tunnistekirjastot ovat saatavilla Project Haystackin verkkosivuilla. Tunnisteiden käytön opetteluun hyödynnettiin apuna Project Haystackin esimerkkidokumentteja. Esimerkkidokumentit ovat anonymisoituja vapaaseen jakoon luovutettuja kiinteistöjen tiedostoja. Esimerkkimalleja on sivustolle luovutettu jaettavaksi kolme. Nämä kolme esimerkkitiedostoa ovat saatavilla kuudessa eri tiedostomuodossa: CSV, JSON, JSON-LD, Trio, Turtle, ZINC.

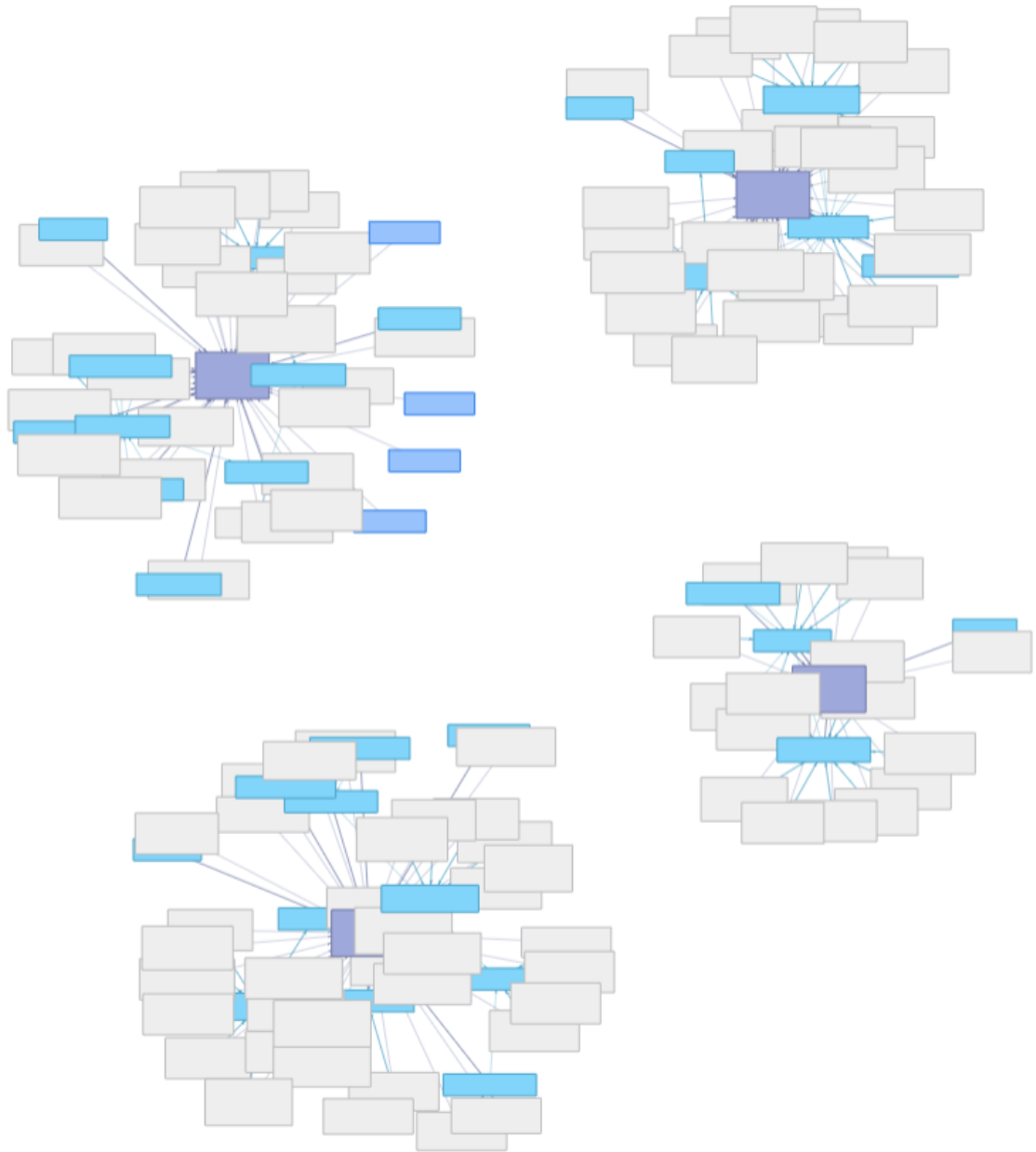
Aihe on Suomessa hyvin uusi, eikä testaamiseen soveltuvaa laitteistoa ollut projektin suorittamiseksi saatavilla. Siksi tunnisteiden luomisprosessin suorittamiseen ja opiskeluun hyödynnettiin Patrick Coffeyn graafista ohjelmaa. Ohjelma on ajettavissa selainkäyttöä varten tehdyllä .html-tiedostolla. Ohjelma perustuu

selainpohjaiseen vis.js-graafisen esityksen kirjastoon. Vis.js perustuu JavaScript-kieleen. Ohjelmalla luodaan graafisia esityksiä entiteettien sekä tunnistusten tuottamisesta JSON-kielellä. Malli mukailee erittäin paljon Project Haystackin esimerkkien mukaista JSON-kielen mallia. Tästä huolimatta esimerkkien mukaiset JSON-kielen mallit eivät ole luettavissa Coffeyn ohjelmalla. Ohjelma on saatavilla vapaasti verkossa avoimena lähdekoodina Atlassianin Bitbucket-sivustolla olevassa verkkopohjaisessa arkistossa. Lisenssinä toimii avoimen lähdekoodin MIT-lisenssi, jolla on vastaavanlaiset ominaisuudet kuin Academic Free License 3.0:ssa.



Kuva 7 Leike Patrick Coffeyn Gaithersburg-esimerkkiesityksestä [48.]

Coffeyn tekemä ohjelma luo ja merkitsee entiteetit sekä niiden väliset viittaukset luettujen tunnisteiden mukaan. Entiteetit generoidaan satunnaiseen sijaintiin visuaalisesti, joten entiteetit ovat jokaisella generointikerralla eri sijainnissa. Ohjelma lukee ja tunnistaa entiteettien viittaukset, eli Ref-tunnisteet, ja merkitsee entiteettien väliset suhteet nuolilla. Nuoli osoittaa Ref-tunnisteen omaavasta entiteetistä viitattuun entiteettiin. Ohjelma merkitsee entiteetit, jotka omaavat site-tunnisteen tummansinisenä. Tilatunnisteella space olevat entiteetit ohjelma merkitsee tummanharmaina. Entiteetit, jotka omaavat equip-tunnisteen merkitään ohjelmassa sinisenä. Piste-entiteetit, eli entiteetit jotka ovat merkittynä point-tunnisteella, merkitään ohjelmassa vaaleanharmaina. Ohjelma käyttää vastaavaa väritystä myös entiteettien välisien viittausnuolien tuottamiseen. Ohjelma tukee näkymän suurennusta sekä pienennystä, joka helpottaa näkymän käytettävyyttä. Entiteetit ovat myös hiirellä raahattavissa uuteen sijaintiin. Kun näkymää pienennetään runsaasti, entiteettien tunnistetekstit piilotetaan näkyvistä automaattisesti. Suurentaessa tekstit palautuvat näkyviksi.



Kuva 8 Entiteettien tekstit piilotetaan, kun ohjelman näkymää pienennetään riittävästi. Kuvankaappaus Patrick Coffeyn Gaithersburg-esimerkistä. [48.]

Coffeyn ohjelma ei salli paikallisten JSON-tiedostojen hyödyntämistä aineistona graafiselle esitykselle. Paikallisen tiedoston avaaminen tulostaa selainohjelman konsoliin virheen `net::ERR_BLOCKED_BY_CLIENT`. Ohjelman CORS-käytännön takia ulkoiset luettavat tiedostot tulee olla verkkoprotokollan välityksellä.

```
example3.html:1 Access to XMLHttpRequest at 'file:///C:/Haystack/haystack.json' from origin 'null' has been blocked by CORS policy: Cross
```

origin requests are only supported for protocol schemes: http, data, chrome, chrome-extension, chrome-untrusted, https.

Esimerkkikoodi 2. Konsolin tulostama virheraportti.

Paikallisten tiedostojen lukukelvottomuuden ratkaisemiseksi tuli luoda verkkoon dokumenttiarkisto. Ohjelmaa varten luotiin dokumenttiarkisto Atlassianin Bitbucket.org-sivustolle. GitHub-sivustoa on myös mietitty, mutta tähän ei päädytty, sillä Coffeyn esimerkissä on käytetty Bitbucket.org-dokumenttiarkistoa. Toiminnallisuutena vaadittiin vain tiedostojen luku verkkoprotokollan välityksellä, joten oletettavasti lähestulkoon mikä vain verkkopohjainen arkisto olisi sopinut tähän tarkoitukseen.

Sillä projektin sisältö haluttiin olevan selaimella helposti saatavilla, verkkopohjaisen arkiston nimeksi piti tehdä html-osoite. Bitbucket.org mahdollistaa arkistojen luomisen niin, että arkiston tiedostot ovat helposti saatavilla selaimella. Kun sivustolle tuottaa verkko-osoite-mallisen arkiston, se on löydettävissä vastaavalla osoitteella verkosta. Ehtona on, että osoite päättyy .bitbucket.io-osoitteella. Esimerkiksi arkiston nimike voi olla jamirosendahl.bitbucket.io, jolloin esimerkkitiedosto.html on haettavissa osoitteesta jamirosendahl.bitbucket.io/esimerkkitiedosto.html.

Arkistoon kopioitiin Coffeyn arkiston tiedostoista graafisen ohjelman toiminnallisuuden vaatimat tiedostot. Projektia varten arkistoon luotiin tiedostot haystack.html sekä haystack.json. Haystack.html pohjautuu Coffeyn example3.html-tiedostoon, ja haystack.json example3.json-tiedostoon. Haystack.html-tiedostoon sisällytettiin selainliittymä ohjelman käyttämiseen. Haystack.json-tiedostoon sisällytettiin kaikki entiteetti- ja tunnistetiedot, joten valtaosa projektin työmäärästä kuluu kyseisen tiedoston tuottamiseen.

Coffeyn ohjelmassa on tuotettu reunukset ohjelman grafiikalle #wrapper-komennolla. Wrapper on osa html-tiedoston <head> osiota. Reunukset koettiin turhiksi. Reunuksia pienennettiin korottamalla haystack.html-tiedostosta wrapper-arvot korkeudelle 90 prosentista 99,5 prosenttiyksikköön. Vastaavasti leveyden wrapper-arvo muutettiin 98 prosentista 99,5 prosenttiyksikköön.

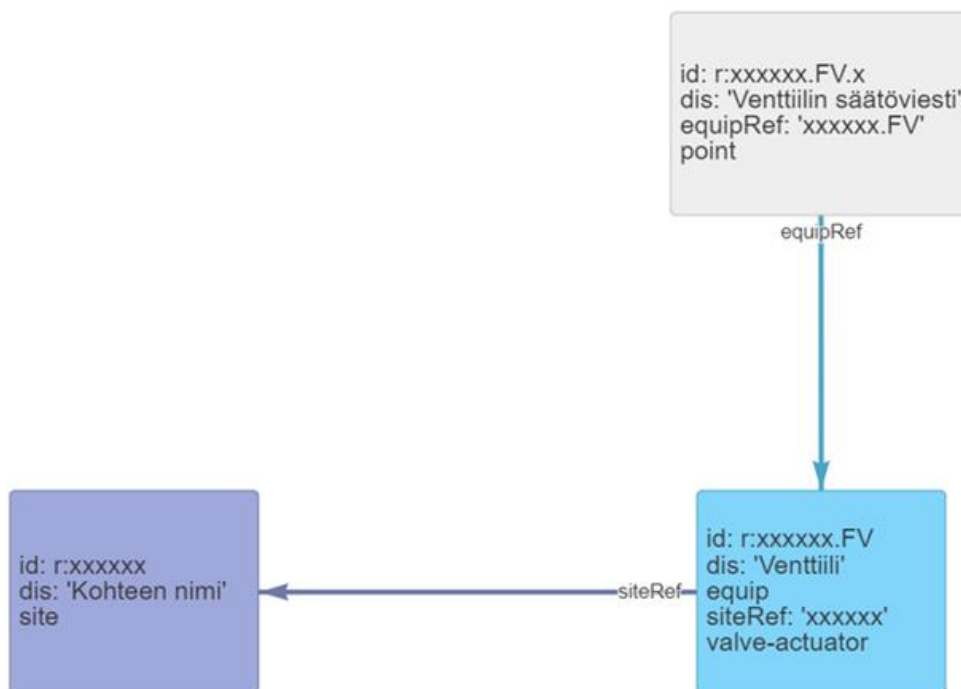
```
#wrapper {
  position: absolute;
  width: 98%;
  height: 90%;
```

Esimerkkikoodi 3. Coffeyn ohjelman wrapper-koodileike vakioarvoilla.

Haystack.json koostettiin kahdesta osasta: sarakkeet, eli "cols", joihin sijoitettiin käytettävät tunnisteet, sekä rivit "rows", joihin määriteltiin entiteetit tunnisteineen. Kyseinen koodi luetaan ohjelman toimesta taulukkomallisena.

```
{
  "meta": {
    "ver": "2.0"
  },
  "cols": [
    {"name": "id"},
    {"name": "dis"},
    {"name": "equip"},
    {"name": "equipRef"},
    {"name": "point"},
    {"name": "site"},
    {"name": "siteRef"},
    {"name": "valve-actuator"}
  ],
  "rows": [
    {
      "id": "r:xxxxxxx",
      "dis": "s:Kohteen nimi",
      "site": "m:"
    },
    {
      "id": "r:xxxxxxx.FV",
      "dis": "s:Venttiili",
      "equip": "m:",
      "siteRef": "r:xxxxxxx",
      "valve-actuator": "m:"
    },
    {
      "id": "r:xxxxxxx.FV.x",
      "dis": "s:Venttiilin säätöviesti",
      "equipRef": "r:xxxxxxx.FV",
      "point": "m:"
    }
  ]
}
```

Esimerkkikoodi 4. Venttiilin toimilaitteen sekä venttiilin säätöviestipisteen tunnisteiden karkeasti tuottaminen kuvitteelliseen esimerkkikohdekiinteistöön xxxxxx JSON-formaatissa



Kuva 9 Esimerkkikoodin 4 mukainen venttiilin toimilaitteen sekä venttiilin säätöviestipisteen tunnisteiden esitys Coffeyn ohjelmalla.

Esimerkkinä luotuun kuvitteelliseen kohteeseen xxxxxx liittyvä venttiilin toimilaitte sekä sen säätöviesti voidaan toteuttaa hyvin alhaisella metadatan määrällä JSON-formaatissa esimerkkikoodin 4 mukaisesti. Tapauksessa venttiilin toimilaitte liittyy kohteeseen, ja venttiilin säätöviestin piste liittyy venttiilin toimilaitteeseen. Kaikki sarakelistan tunnisteet on lajiteltu aakkosjärjestykseen, lukuun ottamatta id-, ja dis-tunnisteita. Tämä helpottaa huomattavasti koodin luettavuutta niin rakenteellisena tekstinä kuin graafisena esityksenä. Esimerkissä metadattaa on erittäin vähän, ja kyseinen mallinnus ei kerro enempää kokonaisuudesta kuin säätökaaviot. Tällaiseen ratkaisuun ei koettu tarvetta päätyä, sillä venttiilin toimilaitteen metadatalle rikastaminen ei itsessään tuo lisäarvoa rakennusautomaatiosuunnitteluun. Tehokkaimmin lisäarvoa saadaan, kun tuotetaan tunnisteet vain itse toimilaitteen säätöviestille.

```
id:xxxxxx
dis:Kohteen nimi
site
---
id:xxxxxx.FV
dis:Venttiili
equip
siteRef:xxxxxx
valve-actuator
---
id:xxxxxx.FV.x
dis:Venttiilin säätöviesti
equipRef:xxxxxx.FV
point
```

Esimerkkikoodi 5. Venttiilin toimilaitteen sekä venttiilin säätöviestipisteen tunnistajien karkeasti tuottaminen esimerkkikohdekiinteistöön xxxxxx TRIO -formatissa.

```
id,dis,equip,equipRef,point,site,siteRef,valve-actuator
xxxxxx,"Kohteen nimi",,,,M,,
xxxxxx.FV,"Venttiili",M,,,,xxxxxx,M
xxxxxx.FV.x,"Venttiilin säätöviesti",,xxxxxx.FV,M,,,
```

Esimerkkikoodi 6. Venttiilin toimilaitteen, sekä venttiilin säätöviestipisteen tunnistajien karkeasti tuottaminen esimerkkikohdekiinteistöön xxxxxx ZINC -formatissa.

```
id,dis,equip,equipRef,point,site,siteRef,valve-actuator
xxxxxx,Kohteen nimi,"","","",√,"",""
xxxxxx.FV,Venttiili,√,"","","",xxxxxx,√
xxxxxx.FV.x,Venttiilin säätöviesti,"",xxxxxx.FV,√,"","",""
```

Esimerkkikoodi 7. Venttiilin toimilaitteen sekä venttiilin säätöviestipisteen tunnistajien karkeasti tuottaminen esimerkkikohdekiinteistöön xxxxxx CSV -formatissa.

ZINC- ja CSV-formaatin tuottaminen voidaan suorittaa tekstieditorilla käsin kirjoittamalla, tai tuottamalla Excelissä taulukko, joka tallennetaan CSV-muodossa. ZINC-tiedoston luominen Excelillä toteutetaan muuttamalla CSV-tiedoston tiedostonimipäätteen. Tallentamalla tiedoston välissä CSV-muotoon Excel ymmärtää, minkä mallisesta tiedostosta on kyse, ja osaa tehdä erotinmerkinnät sen mukaisesti. Excelissä oletusarvoisesti käytetään puolipistettä erottimeksi CSV-muotoon tallennettaessa, mutta tämä on vaihdettavissa pilkkuun ohjelman asetuksista. Tällöin tallennettu tiedosto mukaillee Project Haystackin tietomallia, jossa luetteloerotin toimii pilkku. Etuna luetteloerotinmallisen datan

tuottamisessa ZINC-formaatissa on tiedon tiheys: JSON ja Trio vaativat enemmän merkkejä toteuttamiseksi, ja näin ollen ovat raskaampia.

id	dis	equip	equipRef	point	site	siteRef	valve-actuator
xxxxxx	Kohteen nimi				M		
xxxxxx.FV	Venttiili	M				xxxxxxx	M
xxxxxx.FV.x	Venttiilin säätöviesti		xxxxxx.FV	M			M

Kuva 10 ZINC-formaatin esitys Excelissä

Projektissa koettiin järkeväksi ryhmitellä pisteet sekä laitteet niihin kuuluviin osajärjestelmiin. Tällöin graafisesta esityksestä saadaan järkevämmän näköinen ja selkeämmin luettava. Osajärjestelmäjakaukseen perustuva malli mukaillee myös Granlundin tietojärjestelmiä. Rakennusautomaatiosuunnittelussa Granlund Oy:ssä jokainen esitetty laite merkitään osajärjestelmätunnuksilla tiedon luokittelun, luettavuuden ja haun helpottamiseksi. Projektia toteutettaessa havaittiin, että yrityksen käyttöön voisi luoda oman tunnisteiden osajärjestelmille. Osajärjestelmille ei ole mitään sopivaa tunnistetta valmiina, jonka takia osajärjestelmien tunnistamiseen käytettiin equip-tunnistetta. Equip-tunniste nimittäin sallii kyseisen entiteetin luomisen laitteistoista sekä laitekokonaisuuksista. Osajärjestelmien merkintä mahdollistaa kaikkien kyseisen osajärjestelmän laitteiden ja metatiedon hakemisen yksittäisestä tai useammista valituista kiinteistöistä. Osajärjestelmät voisi myös tulevaisuudessa toteuttaa pelkällä osajärjestelmätunnuksella, esimerkiksi "101", joka mahdollistaa kaikkien kyseisen osajärjestelmänumeron omaavien laitteiden hakemisen ilman kiinteistörajoja. Ratkaisu vaatisi osajärjestelmien käytön suurempaa yhtenäistämistä, sillä osajärjestelmänumerointeja tehdään ad-hoc-asenteella, sekä jokaisella suunnittelijalla on oma kädenjälkensä toiminnassa.

Entiteettien id-tunniste luotiin pohjautumaan kohdekiinteistön numerointiin. Tällöin tulevaisuudessa kaikki Project Haystack -mallinen metadata on haettavissa kiinteistönumerolla vastaavalla tavalla kuin yrityksen resurssienhallintaohjelmassa. Tämä helpottaa tiedonhakua ja luettavuutta. Malliksi id-tunnisteelle tuli siis kuusinumeroinen kiinteistönumero sekä pisteellä erotettuna laitetunnus, esimerkiksi 402TE51. Id-tunnisteet voidaan tulevaisuudessa rakentaa mallilla

123456.123TE01. Mallin käytettävyys valikoituneessa ohjelmistoympäristössä selviää implementointivaiheessa, kun tunnistetiedot ajetaan kohdekiinteistön järjestelmään.

Yksinkertaisien laitteiden, esimerkiksi lämpötila-antureiden pisteiden rikastaminen metatiedolla onnistui helposti yhdellä koodikappaleella, tekemällä yhden pisteen tiedot. Monimutkaisemmissa kokonaisuuksissa, esimerkiksi taajuusmuuntajaohjatuissa pumpuissa pisteitä on suurempi määrä, joten metadatan tuottaminen on työläämpää. Aikaisemman venttiiliesimerkin mukaan toteutetuna pumpun taajuusmuuntajan metatiedolla rikastaminen toimii esimerkkikoodin 8 mukaisesti. Kohteena oleva taajuusmuuntaja on esitetty liitteessä numero 1.

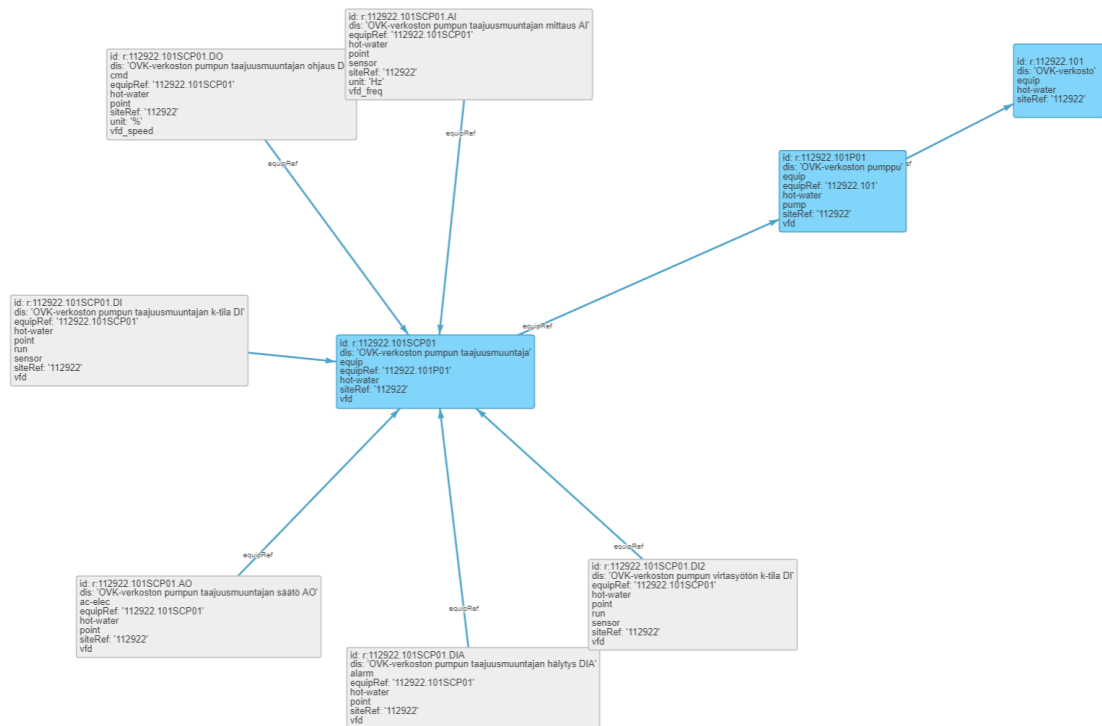
```

{ "id": "r:112922.101SCP01.DO",
  "dis": "s:OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan ohjaus DO",
  "cmd": "m:",
  "equipRef": "r:112922.101SCP01",
  "hot-water": "m:",
  "point": "m:",
  "siteRef": "r:112922",
  "unit": "s:%",
  "vfd_speed": "m:"      },
{ "id": "r:112922.101SCP01.DI",
  "dis": "s:OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan k-tila DI",
  "equipRef": "r:112922.101SCP01",
  "hot-water": "m:",
  "point": "m:",
  "run": "m:",
  "sensor": "m:",
  "siteRef": "r:112922",
  "vfd": "m:"      },
{ "id": "r:112922.101SCP01.DIA",
  "dis": "s:OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan hälytys DIA",
  "alarm": "m:",
  "equipRef": "r:112922.101SCP01",
  "hot-water": "m:",
  "point": "m:",
  "siteRef": "r:112922",
  "vfd": "m:"      },
{ "id": "r:112922.101SCP01.AO",
  "dis": "s:OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan säätö AO",
  "ac-elec": "m:",
  "equipRef": "r:112922.101SCP01",
  "hot-water": "m:",
  "point": "m:",
  "siteRef": "r:112922",
  "vfd": "m:"      },
{ "id": "r:112922.101SCP01.AI",
  "dis": "s:OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan mittaus AI",
  "equipRef": "r:112922.101SCP01",
  "hot-water": "m:",
  "point": "m:",
  "sensor": "m:",
  "siteRef": "r:112922",
  "unit": "s:Hz",
  "vfd_freq": "m:"      },
{ "id": "r:112922.101SCP01.DI2",
  "dis": "s:OVK-verkoston pumpun virtasyötön k-tila DI",
  "equipRef": "r:112922.101SCP01",
  "hot-water": "m:",
  "point": "m:",
  "run": "m:",
  "sensor": "m:",
  "siteRef": "r:112922",
  "vfd": "m:"      }

```

Esimerkkikoodi 8. Taajuusmuuttajan 101SCP01 metadatatalla rikastettujen pisteiden koodi JSON-formaatissa. Koodissa ei ole esitettyä taajuusmuuntaja- sekä pumppuentiteettiä.

Taajuusmuuntajan pisteiden id luomisessa oli pakko tehdä erottelu, sillä pisteitä on useita. Erottelu päädyttiin ratkaisemaan hyödyntämällä id-tunnistiedon jatkeena .DO, .DI, jne., jotta pisteet ovat tunnistettavissa ja erotettavissa toisistaan helpommin. Näitä lyhenteitä käytetään säätökaavioissa rakennusautomaatio-suunnittelussa, joten tämä koettiin järkeväksi ratkaisuksi. DO esimerkiksi tarkoittaa sitä, että kyseessä on liittyvän alakeskuksen Digital Output -piste.

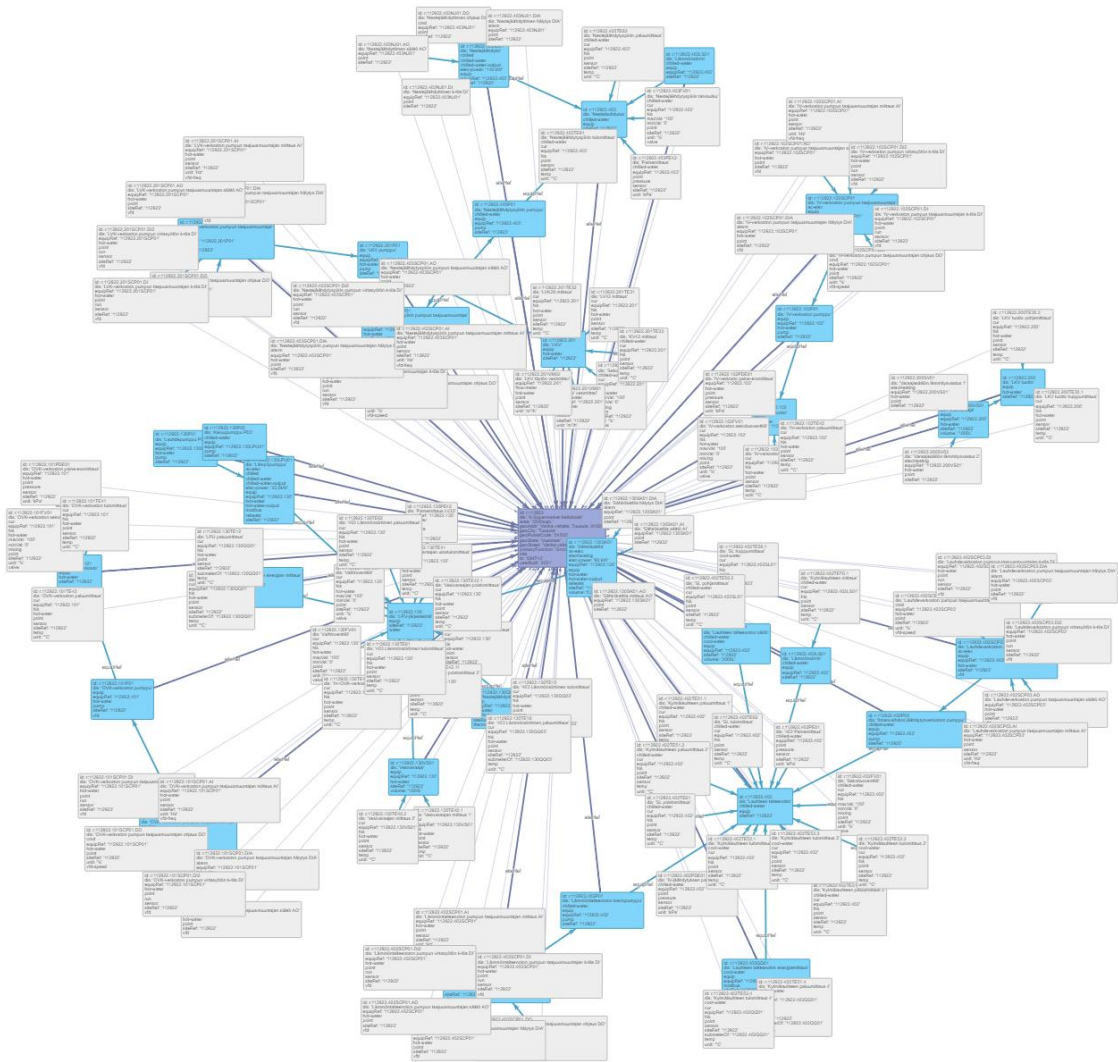


Kuva 11 Pumpun ja taajuusmuuntajan piste- ja laite-entiteetit osajärjestelmään 101 liitettyinä. Kuvasta on kohdekiinteistön entiteetti siten jätetty pois selkeyden lisäämiseksi.

Koska projektin kohteen piste ja laitetiedot oli tiedossa, tunnisteiden luomisprosessi helpottui, eikä tarvinnut noudattaa kolmivaiheista tunnistamisprosessia, joka on esitetty ylempänä. Kohde on esitetty liitteessä 1.

5 Projektin lopetus

Projektin toteutuksessa käytettiin kokonaisuudessa 48 eri tunnistetta. Jokainen tunniste on osana Project Haystackin virallista tunnistekirjastoa, joten yhtäkään omaa tunnistetta ei tarvinnut luoda, kuten projektissa oli tarkoituksena. Projektissa käytetyt tunnisteet selityksineen on esitetty liitteessä 2. Liitostunnisteita pyrittiin hyödyntämään runsaasti, sillä niiden avulla saa koodia lyhennettyä. Lisäksi liitostunnisteiden runsas käyttö antaa mahdollisuuden tutkia niiden käyttöä laajemmin, kun koodi ajetaan uudisrakennuskohteeseen. Tarvetta venttiilien sekä lämpöanturien esittämiseen laite-entiteettinä piste-entiteettien lisäksi ei koettu tarpeelliseksi, sillä itse kyseinen piste antaa ilmi, mistä toimilaitteesta on kyse, eikä toimilaitteesta pois rikasteta muita pisteitä kuin yksi. Näin ollen itsensäselvyysolettamuksella jätettiin osan laite-entiteeteistä tunnistamatta.



Kuva 12 Lopullinen JSON-formaatin tuotos esitettynä Coffeyn graafisella ohjelmalla.

Projektissa kokonaisuudessa rikastettiin 130 entiteettiä metadatalla. Näistä entiteeteistä 32 on laitteita tai laitteistoja, 1 on kohdekiinteistö, sekä 97 on pisteitä. Tunnisteita liitettiin entiteetteihin kokonaisuudessa 1176 kappaletta. JSON-formaatin lopullinen tuotos on esitettynä liitteessä 3.

Sillä JSON-kieli ei ole Project Haystackin pääasiallinen ohjelmointikieli, päädyttiin kirjoittamaan haystack.json tiedosto ZINC-formaattiin. JSON-formaatin muotoilu ZINC-formaattiin suoritettiin tuottamalla Excelissä taulukko, joka tallennettiin CSV-muodossa, joka tästä muutettiin ZINC-tiedostoksi. CSV-tiedoston kirjoittamisen onnistumiseksi ilman ylimääräistä muokkausta, vaihdettiin Excelissä

ohjelman asetuksista erottimeksi pilkku toimintavarmuuden takaamiseksi. Tiedoston tuottamisessa käytettiin Exceliä, sillä Excelissä rivit ja sarakkeet asettuvat selkeästi taulukkomallisena. Taulukkomuotoisena kirjoittaessa inhimillisen virheen riskit vähenevät verrattuna käsin kirjoittamiseen, sillä luetteloerottimien suuri määrä aiheuttaa vaikeuksia tiedoston lukemisen kanssa. ZINC-formaatin toteutus on esitettyä liitteessä 4. Lopullisesta tiedostosta tuotettiin myös Trio-formaatin tiedosto koodin käytettävyyttä kasvattamiseksi. Trio soveltuu hyvin koodin esittämiskäyttöön selkokielisyytensä vuoksi. JSON-formaatin muotoilu Trio-formaattiin onnistui helposti muuntamalla merkintöjä esimerkkien mukaisesti tekstieditoriohjelmalla. Trio-formaatin toteutus on esitettyä liitteessä 5.

Project Haystack -tunnistekirjasto ulottuu laajasti myös rakennusautomaatiolaitteiden ulkopuolelle. Rakennusautomaation ulkopuolisten laitteiden, esimerkiksi passiivisten suodattimien tai sulkuventtiilien entiteettien luomiselle tarvetta ei koettu. Entiteettien sekä näiden tunnisteiden lisääminen olisi pidentänyt koodia, ja näin tehnyt siitä raskaamman ja hankalammin luettavan. Tulevaisuudessa toiminnan vakiintuessa käytännöksi tämä on kuitenkin otettava uudelleen esille. Muiden LVI- sekä sähkölaitteiden tunnistaminen Project Haystackilla mahdollistaisi yhden yhtenäisen tietokannan tuottamisen kaikille kiinteistöjärjestelmien osille.

Osajärjestelmätunnuksille tulisi sopia oma entiteettitunniste, jolla se erotetaan muista entiteeteistä. Tunniste tulee olla helposti kirjailtavissa ilman kirjoitusvirheitä, ja se tulee valikoida niin, että tulevaisuudessa ei kehitetä vastaavalla nimikkeellä olevaa Project Haystack tunnistetta eri käyttötarkoitukseen. Jälkimmäisestä voi aiheutua suurta haittaa, sillä kaikki saattavat johtua käyttökelvottomiksi pitkällä tähtäimellä.

Tunnisteiden luomisprosessi raakana rakenteellisena tekstinä sisältää runsaasti manuaalista käsikirjoitustyötä, jonka vuoksi prosessi on työläs, aikaa vievä sekä virheherkkä. Manuaalisen tunnistamisprosessin työmäärän vuoksi hintalappu voi projektilla olla isompi, kuin yrityksessämme on oletettu. Lisäkustannuksia voi tuottaa inhimilliset virheet koodin kirjoittamisessa. Virhealttius tulisi huomioida jo

projektin budjetissa asiakkaalle tarjouta tehtäessä tappiollisen liiketoiminnan välttämiseksi. Haasteena voi korkean hintalapun takia olla Project Haystack - pohjaisien järjestelmien myynti pienille asiakkaille. Tätä erottelua korostaa se, että suuressa kiinteistöportfoliossa lisäarvon tuottaminen on suurempaa. Tunnistamisprosessia on mahdollista lyhentää tuottamalla valmiita malleja eri entiteeteille. Esimerkiksi huonelämpötila-antureille voitaisiin hyödyntää valmista dict:iä, josta muutetaan vain viittaustunnisteet sekä id-tunniste. Projektin tuotoksien implementoinnissa hyödynnetään ohjelmistotyökalua. Implementoinnissa saadaan näin tutkittua ohjelmistotyökalun hyödyntämistä manuaalisen tunnistamisprosessin tehostamisessa. Tulevaisuudessa myös tunnisteiden automaattinen tuottaminen ulkoista tekoälypohjaista ohjelmaa hyödyntämällä voi kehittyä ajankohtaiseksi. Automatisoimalla tunnistamisprosessin tehokkuus kasvaisi, ja prosessi voisi lyhentyä moninkertaisesti. Automaattisen tunnistamisprosessin kehittämistä on tutkinut muun muassa Yhdysvaltojen kansallisen uusiutuvan energian laboratorio NREL sekä kanadalainen yritys Brainbox AI. [1, s. 1–2.]

6 Yhteenveto

Opinnäytetyössä toteutettiin tulevan päivittäistavarakaupan energiakeskuksen laitteiden ja pisteiden rikastaminen metadatalle hyödyntäen Project Haystack - tietomallinnusstandardia. Koodi, joka sisältää rikastetun laitedatan, toteutettiin kolmella eri ohjelmointikielellä: JSON, ZINC, sekä Trio. JSON-kieleen pohjautuva graafinen esitys tulee toimimaan materiaalina muille yrityksen työntekijöille aiheen opiskelua sekä opetusta varten. Projektissa syntyneet tuotokset koeajetaan vuoden 2021 aikana valmistuvaan uudisrakennuskohteeseen yhdysvaltalaisen Tridiumin Niagara-ohjelmaan hyödyntäen. Projektia toteuttaessa havaittiin kaksi huomioitavaa seikkaa, jotka ovat osajärjestelmätunnus sekä tunnistusprosessin virheherkkä luonne. Yrityksen toimintaa varten tulisi kehittää tunniste osajärjestelmiä varten: ratkaisu laajentaisi Project Haystackin käytettävyyttä yrityksen toiminnassa.

Projektia toteuttaessa havaittiin tunnistamisprosessin virheherkkä luonne manuaalisesti koodia kirjoittamalla. Suuremmissa projekteissa tunnisteita voi tulla useita tuhansia, jolloin inhimillisten virheiden riski kasvaa. Tässä projektissa rakennusautomaatiojärjestelmän pisteitä tunnistettiin vain noin sata kappaletta. Energiakeskus on vain yksi osa kohdekiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmästä. Tyypillisesti vastaavanlaisessa päivittäistavarakauppakohteessa pisteitä voi olla arviolta 300–500 kappaletta. Implementointivaiheessa selviää ohjelmiston käytön vaikutus virheherkkyyteen.

Lähteet

1. Sakshi Mishra. 2020. Unified Architecture for Data-Driven Metadata Tagging of Building Automation Systems. Verkkoaineisto. <<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2003/2003.07690.pdf>>. 11.9.2020. Luettu 19.5.2021.
2. Rakennusautomaatiojaos – BAFF. Verkkoaineisto. Suomen automaatioseura ry. <<https://www.automatioseura.fi/sas/jaostot/rakennusautomaatio/>>. Luettu 13.5.2021.
3. Spangar Tapani, Sandström Börje. 2018. Rakennusautomaatiojärjestelmät, ST-Käsikirja 17. Espoo: Sähköinfo Oy.
4. About Project Haystack. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://marketing.project-haystack.org/about-us>>. Luettu 14.5.2021.
5. Guide Specification for Data Modeling of Building Systems and Equipment Based on Project Haystack Open Source Data Modeling Standard. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. Verkkoaineisto. <<https://marketing.project-haystack.org/images/documents/Project-Haystack-Guide-Specification-English.pdf>>. Luettu 17.5.2021.
6. Cutler Dylan, Frank Stephen, Slovensky Michelle, Sheppy Michael, Petersen Anya. 2016. Creating an Energy Intelligent Campus: Data Integration Challenges and Solutions at a Large Research Campus. Verkkoaineisto. <<https://www.aceee.org/files/proceedings/2016/data/index.htm>>. Luettu 19.5.2021.
7. Klaus Hamara. 2018. Reaaliaikaisen anturidatan yhdistäminen rakennuksen tietomalliin. Diplomityö. <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/33731/master_Hamara_Klaus_2018.pdf?sequence=1&isallowed=y>. 29.7.2018. Luettu 14.5.2021.

8. Haynes Allen. 2018. ASHRAE's BACnet Committee, Project Haystack and Brick Schema Collaborating to Provide Unified Data Semantic Modeling Solution. Verkkoaineisto. <<https://www.ashrae.org/about/news/2018/ashrae-s-bacnet-committee-project-haystack-and-brick-schema-collaborating-to-provide-unified-data-semantic-modeling-solution>>. 28.2.2021. Luettu 4.8.2021.
9. Therese Sullivan. 2018. Semantic Tagging Passes an Inflection Point. Verkkoaineisto. <<https://project-haystack.org/file/29/Haystack-Connections-Magazine-4-June-2018.pdf>>. Luettu 4.8.2021.
10. Bestel Robin. 2021. Call for Articles and Advertisers Announced for Project Haystack 10th Anniversary Celebration 2021 Issue of Connections Magazine. Verkkoaineisto. <<https://marketing.project-haystack.org/project-haystack-media/press-releases/call-for-articles-and-advertisers-announced-for-project-haystack-10th-anniversary-celebration-2021-issue-of-connections-magazine>>. 9.2.2021. Luettu 18.5.2021.
11. Frank Sinclair. 2011. EMAIL INTERVIEW – Brian Frank & Ken Sinclair. Verkkoaineisto. <<http://www.automatedbuildings.com/news/may11/interviews/110428100202frank.html>>. Luettu 18.5.2021.
12. Project Haystack Organization Announces Intel® Joins as a New Founding Member. 2017. Verkkoaineisto. <<https://marketing.project-haystack.org/project-haystack-media/press-releases/project-haystack-organization-announces-intel-joins-as-a-new-founding-member>>. 2.3.2017. Luettu 14.5.2021.
13. About Project Haystack. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://project-haystack.org/about>>. Luettu 4.8.2021.
14. Haystack Connect 2021. 2021. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://marketing.project-haystack.org/project-haystack-media/events/haystack-connect-2021>>. 1.2.2021. Luettu 6.4.2021.

15. Ken Smyers. 2021. Call for Articles and Advertisers Announced for Project Haystack 10th Anniversary Celebration 2021 Issue of Connections Magazine. Verkkoaineisto. <<https://controltrends.org/building-automation-and-integration/02/call-for-articles-and-advertisers-announced-for-project-haystack-10th-anniversary-celebration-2021-issue-of-connections-magazine/>>. 9.2.2021. Luettu 6.4.2021.
16. Introduction. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://project-haystack.org/doc/docHaystack/Intro>>. Luettu 1.6.2021.
17. HTTP API. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://project-haystack.org/doc/docHaystack/HttpApi>>. Luettu 4.8.2021.
18. Kinds. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://project-haystack.org/doc/docHaystack/Kinds>>. Luettu 1.7.2021.
19. Ontology. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://project-haystack.org/doc/docHaystack/Ontology>>. Luettu 2.8.2021.
20. GeoCountry. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://project-haystack.org/doc/lib-ph/geoCountry>>. Luettu 2.8.2021.
21. Subtyping. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://project-haystack.org/doc/docHaystack/Subtyping>>. Luettu 2.8.2021.
22. Normalization. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://project-haystack.org/doc/docHaystack/Normalization>>. Luettu 2.8.2021.
23. Co2. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://project-haystack.org/doc/lib-phScience/co2>>. Luettu 2.8.2021.
24. Gas. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://project-haystack.org/doc/lib-phScience/gas>>. Luettu 2.8.2021.

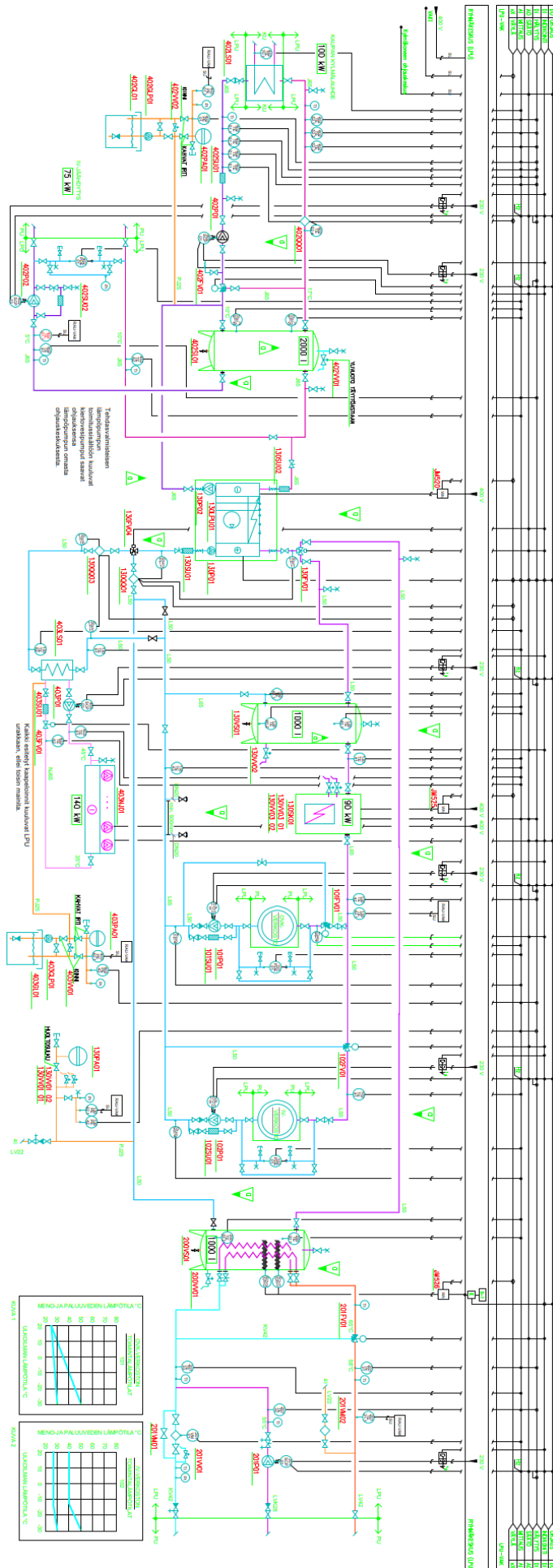
25. Dezhi Hong, Hongning Wang, The Building Adapter: Towards Quickly Applying Building Analytics at Scale. 2015. Verkkoaineisto. <<https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2821650.2821657>>. 4.11.2015. Luettu 10.8.2021.
26. Filetypes. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://project-haystack.org/doc/docHaystack/Filetypes>>. Luettu 3.6.2021.
27. ZINC. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://project-haystack.org/doc/docHaystack/Zinc>>. 10.8.2021.
28. JSON. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://project-haystack.org/doc/docHaystack/Json>>. 10.8.2021.
29. Trio. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://project-haystack.org/doc/docHaystack/Trio>>. 10.8.2021.
30. CSV. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://project-haystack.org/doc/docHaystack/Csv>>. Luettu 10.8.2021.
31. Frank Sinclair. 2012. EMAIL INTERVIEW – Brian Frank and Ken Sinclair. Verkkoaineisto. <<https://www.automatedbuildings.com/news/nov12/interviews/121016105005frank.html>>. Luettu 30.7.2021.
32. All Topics. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://project-haystack.org/forum/topic>>. Luettu 30.7.2021.
33. Matthew Giannini. 2017. Project Haystack Working Groups. Verkkoaineisto. <<https://project-haystack.org/forum/topic/494>>. 5.6.2017. Luettu 3.6.2021.
34. Scott Muench. 2017. Project Haystack Working Groups Are Here. <<https://www.j2inn.com/blog/project-haystack-working-groups-are-here>>. 14.12.2017. Luettu 3.6.2021.

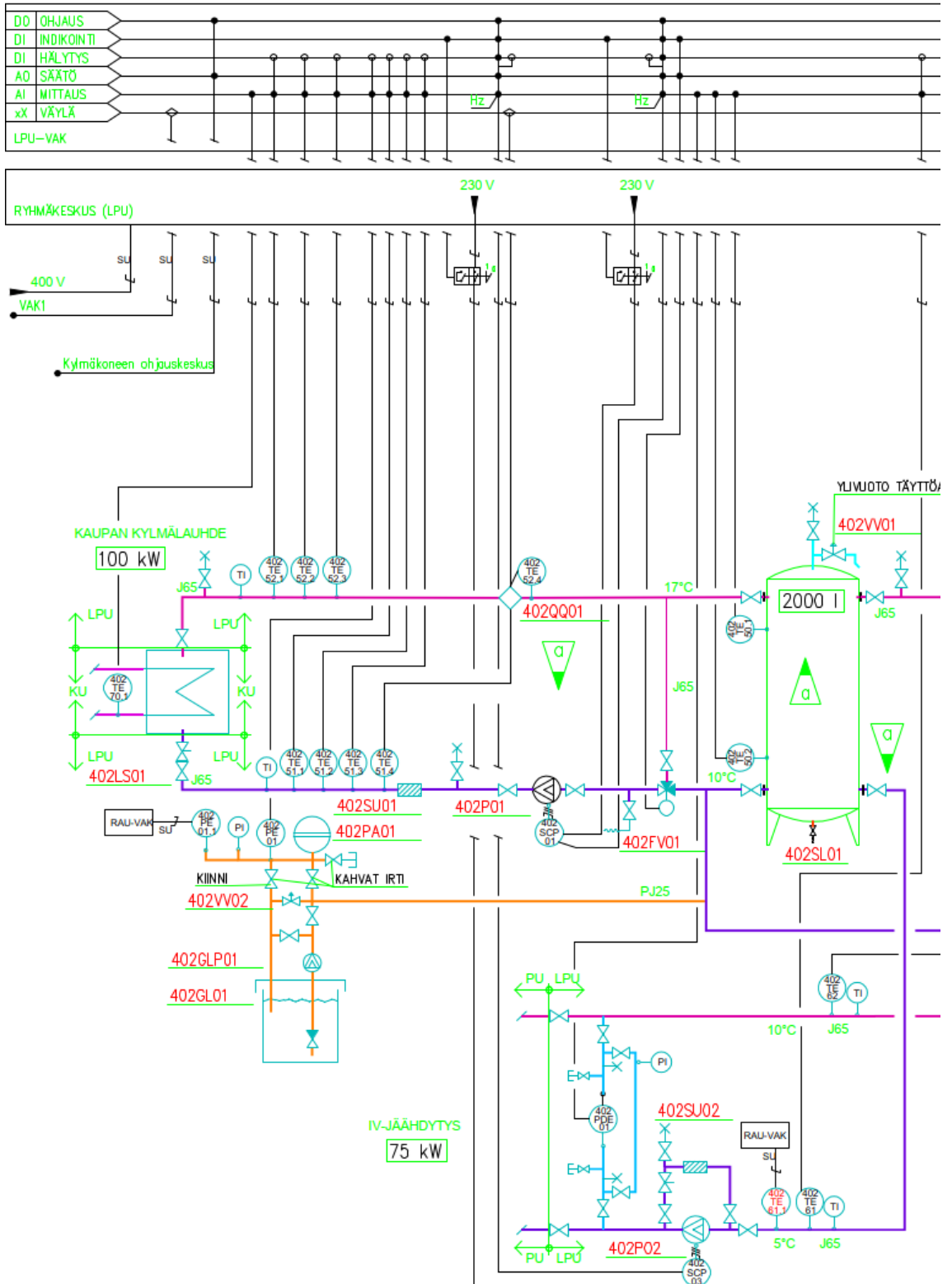
35. All Topics. Verkkoaineisto. Project Haystack Corporation. <<https://project-haystack.org/forum/wg>>. Luettu 3.6.2021.
36. Lawrence Rosen. 2007. OSL 3.0: A Better License for Open Source Software. Verkkoaineisto. <<http://rosenlaw.com/OSL3.0-explained.htm>>. Luettu 14.5.2021.
37. Academic Free License ("AFL") v. 3.0. Verkkoaineisto. Opensource.org. <<https://opensource.org/licenses/AFL-3.0>>. Luettu 14.5.2021.
38. Analytics Software for a World of Smart Devices. 2020. Verkkoaineisto. SkyFoundry, LLC. <<https://skyfoundry.com/file/8/SkySpark-Overview-Brochure.pdf>>. Luettu 27.7.2021.
39. SkySpark® Case Study - Analytics in Action at the University of British Columbia. 2021. Verkkoaineisto. SkyFoundry, LLC. <<https://skyfoundry.com/file/467/Case-Study-University-of-British-Columbia---SkySpark-Analytics-in-Action.pdf>>. Luettu 27.7.2021.
40. Using Artificial Intelligence to Optimize the Flow of Energy through the Built Environment. 2019. Verkkoaineisto. BrainBox AI. <https://www.brainboxai.com/wp-content/uploads/BB_white_paper_using_artificial_intelligence.pdf>. Luettu 27.7.2021.
41. HOLIDAY INN: REALIZING ENERGY SAVINGS WITH AI. 2019. Verkkoaineisto. BrainBox AI. <https://www.brainboxai.com/wp-content/uploads/BrainBox-AI_Holiday-Inn-Case-Study_4-Pages.pdf>. Luettu 27.7.2021.
42. Facilisight Multi-Site Building Automation. Verkkoaineisto. 75F. <<https://www.75f.io/solutions/products/multi-site-building-automation-75f-facilisight>>. Luettu 27.7.2021.

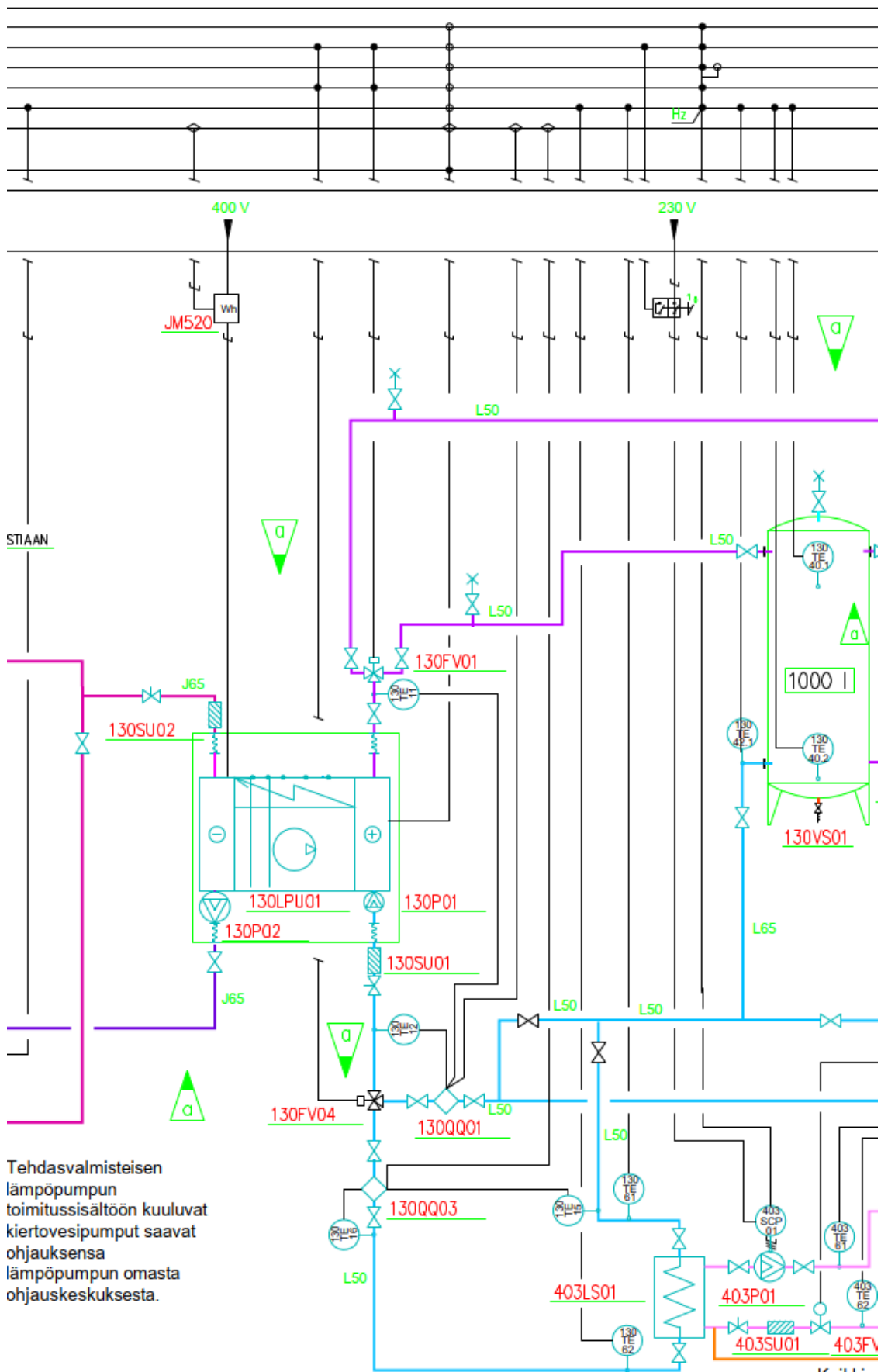
43. Vishal Krishna. 2018. 75F helps reduce energy costs and boost productivity with smart buildings. Verkkoaineisto. <<https://yours-tory.com/2018/04/75f-helps-reduce-energy-costs-boost-productivity-smart-buildings/amp>>. 29.4.2018. Luettu 27.7.2021.
44. Contact Us for World-Class Commercial Building Automation. Verkkoaineisto. 75F. <<https://www.75f.io/hi-in/about/our-story/contact-us-about-commercial-building-automation>>. Luettu 27.7.2021.
45. Our 'Why' Focuses on Energy Efficient Buildings. Verkkoaineisto. 75F. <<https://www.75f.io/about/our-why-energy-efficient-buildings>>. Luettu 27.7.2021.
46. Lauren French. 2020. Two Million Lines of Code: A Look Into 75F's New Software and Services. Verkkoaineisto. <<https://www.75f.io/blog/two-million-lines-of-code-a-look-into-75fs-new-software-and-services>>. Luettu 27.7.2021.
47. MERCEDES-BENZ CASE STUDY. Verkkoaineisto. 75F. <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2679969/Case%20Studies/MBRDI%20Case%20Study.pdf?__hstc=84121414.df0391f03f851863982d619329e7604b.1627374877203.1627374877203.1627374877203.1&__hssc=84121414.1.1627374877204&__hsfp=1967034778&hsCtaTracking=86852d18-85ed-4706-9796-df3b26ad4899%7C145a12cd-ba0b-4436-9c32-57ae957a990b>. Luettu 27.7.2021.
48. Patrick Coffey. 2018. Example 1 – Gaithersburg. Verkkoaineisto. <<https://patrickcoffey.bitbucket.io/example1.html>>. 9.4.2018. Luettu 14.5.2021.

Kohdekiinteistön energiakeskus

Tässä liitteessä on esitetty projektin kohdekiinteistön energiakeskuksen säätökaavio. Toisella sivulla on esitetty säätökaavio kokonaisena, ja liitteen sivuilla 3–7 paloiteltuna luettavuuden parantamiseksi: säätökaavion tulostusleveys on nimittäin useamman A4-paperin mitta.

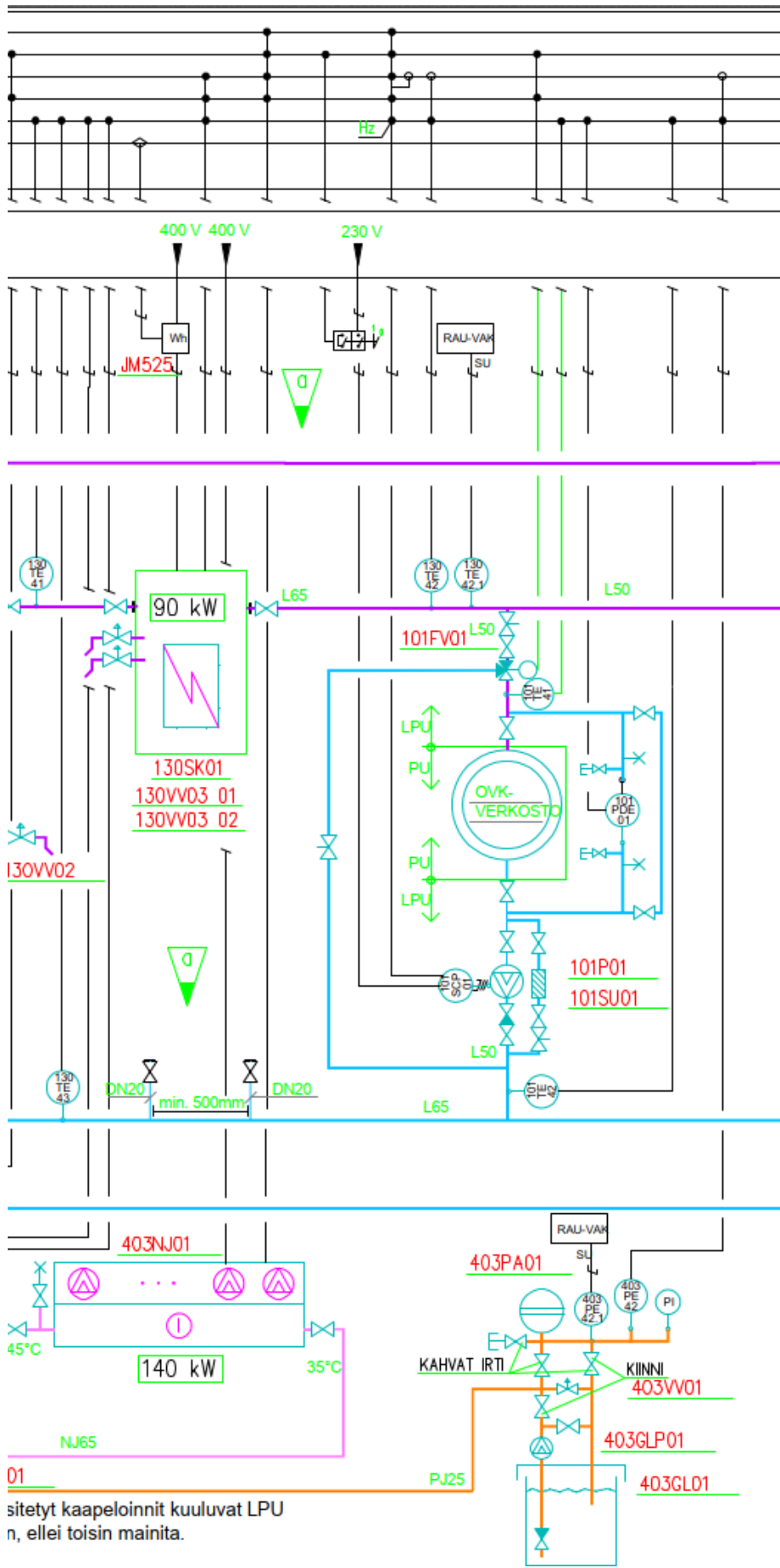




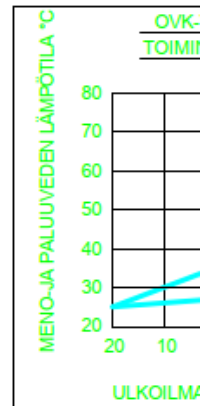
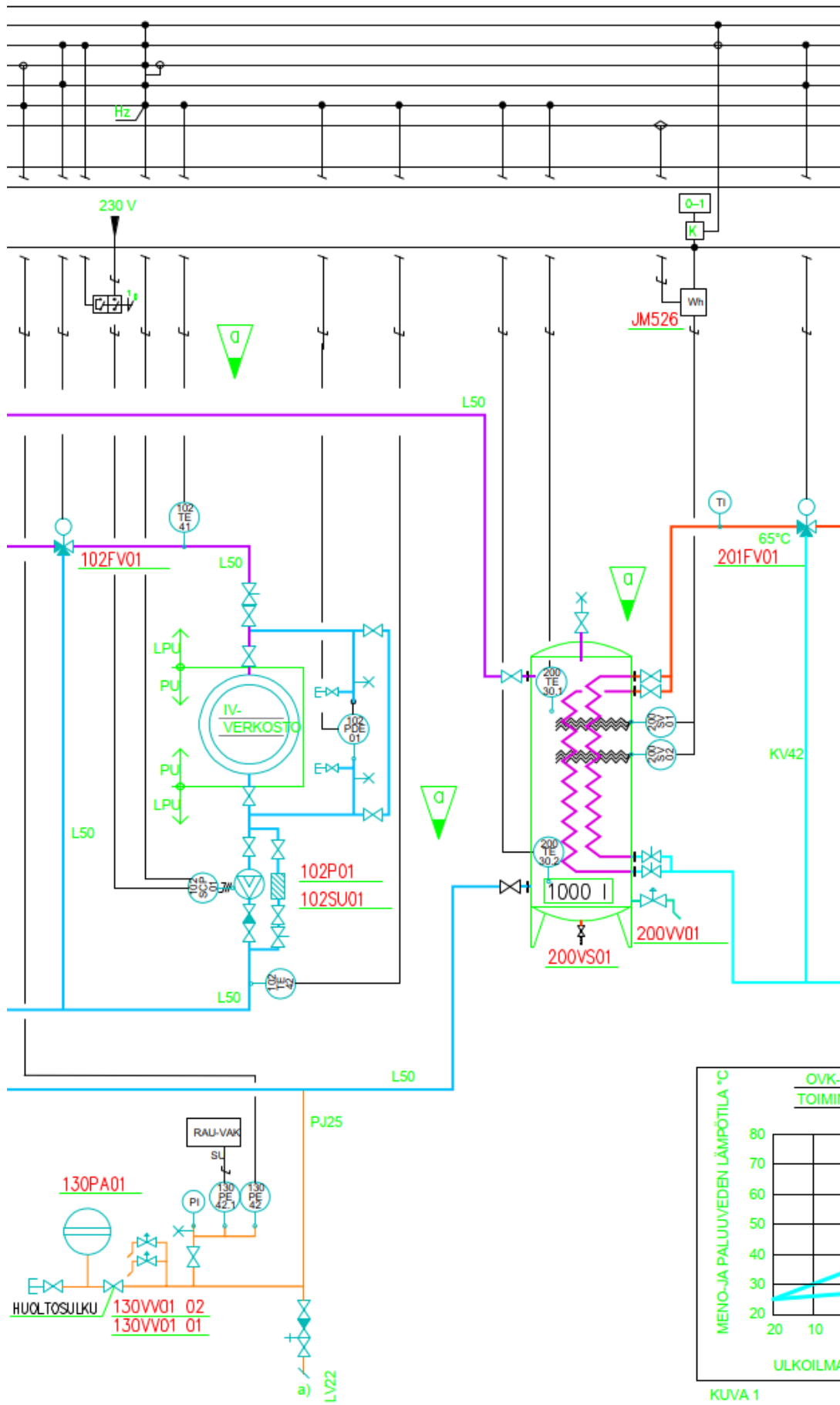


Tehdasvalmisteisen lämpöpumpun toimitussisältöön kuuluvat kiertovesipumput saavat ohjauksensa lämpöpumpun omasta ohjauskeskuksesta.

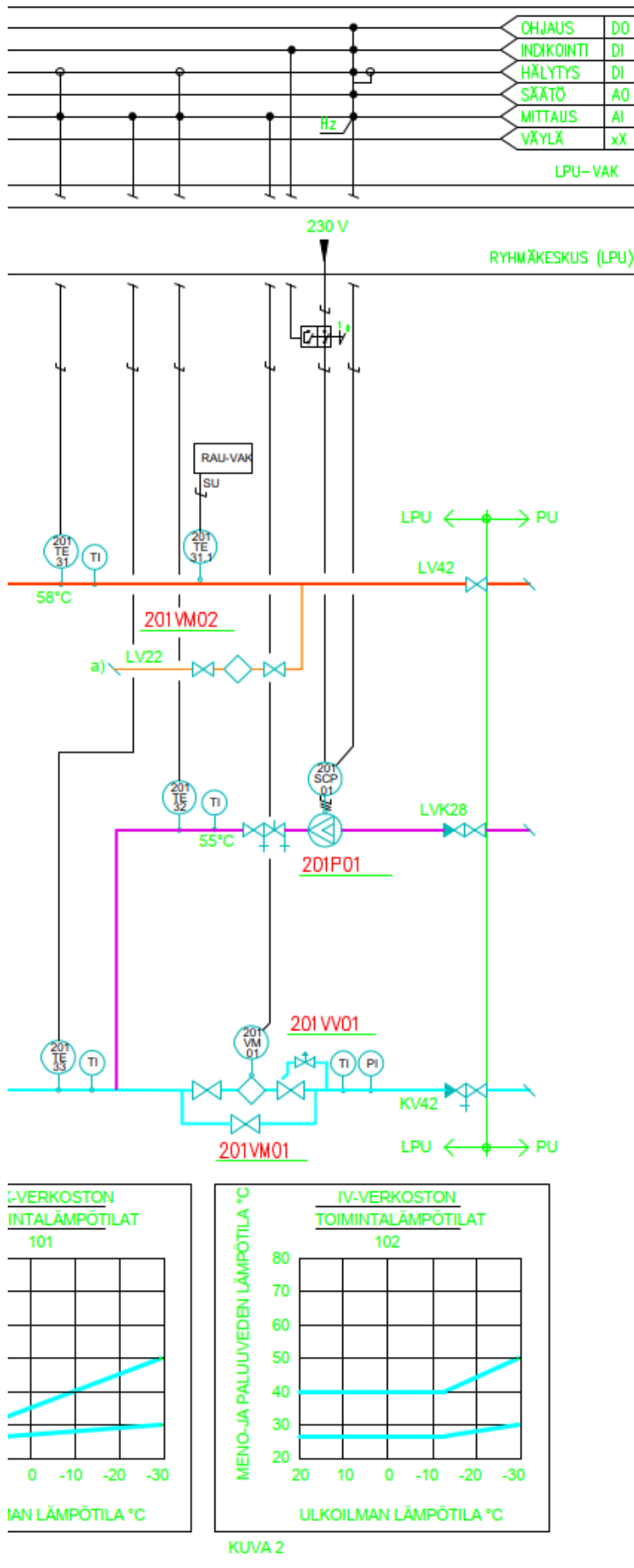
Kaikki e urakkaa



01
sitetyt kaapeloinnit kuuluvat LPU
n, ellei toisin mainita.



KUVA 1



Lista projektissa käytetyistä tunnisteista

Tässä liitteessä on esitettyinä projektin toteuttamiseen käytetyt tunnisteet.

Tunniste	Selite
id	Entiteetin uniikki identiteetti.
dis	Entiteetin esitettävä nimike.
ac-elec	Vaihtovirran merkintätunniste.
alarm	Hälytystoiminnon merkintätunniste.
area	Entiteetin pinta-ala.
chilled	Substanssin jäähdytysprosessin merkintätunniste.
chilled-water	LVI-jäähdytykseen tarkoitetun veden merkintätunniste.
chilled-water-output	LVI-jäähdytysveden ulostulon merkintätunniste.
cmd	Komennon tai ulostulon merkintätunniste.
cool-water	Viileän, jäähdyttämättömän veden merkintätunniste.
cur	Merkintätunniste reaaliaikaisen datan esityksen tuelle.
elecHeating	Sähkökäyttöisen lämmityksen merkintätunniste.
elec-power	Entiteetin sähköenergian kulutus per määrätty yksikkö.
equip	Entiteetin merkintä laitteeksi tai laitekokonaisuudeksi.
equipRef	Viittaustunniste entiteetistä equip-entiteettiin.
flow-meter	Virtausta mittaavan entiteetin merkintätunniste.
geoAddr	Entiteetin fyysinen osoite. Tähän sisällytetään tyypillisesti geoStreet, geoCity, geoState sekä geoPostal-Code tiedot.
geoCity	Entiteetin fyysinen paikkakunta.
geoPostalCode	Entiteetin fyysinen postinumero.
geoState	Entiteetin fyysinen osavaltio tai maakunta.
geoStreet	Entiteetin fyysinen katuosoite
his	Merkintätunniste historiadatan esityksen tuelle.

hot-water	LVI-lämmitysveden merkintätunniste.
hot-water-output	LVI-lämmitysveden ulostulon merkintätunniste.
maxVal	Entiteetin yksikön suurin mahdollinen arvo.
minVal	Entiteetin yksikön pienin mahdollinen arvo.
mixing	Merkintätunniste substanssien sekoittamiseen liittyen.
modbus	Merkintätunniste kommunikoinnista Modbus-väylässä.
point	Entiteetin merkintä yksittäiseksi pisteeksi.
pressure	Fyysisen paineen merkintätunniste.
primaryFunction	Kohde-entiteetin (site) ensisijainen käyttötarkoitus.
pump	Entiteetin merkintä pumpuksi.
reheats	Substanssin uudelleenlämmityksen merkintätunniste.
run	Boolean-tunniste, joka ilmaisee laitteen käyntitilan.
sensor	Pisteen merkintä sisääntuloksi tai tunnistimeksi.
site	Entiteetin merkintä rakennetun ympäristön kohteeksi, esimerkiksi kiinteistö.
siteRef	Viittaustunniste entiteetistä site-entiteettiin.
submeterOf	Viittaustunniste isäntämittariin.
temp	Lämpötilan mittauksen tai indikoinnin merkintätunniste.
thermal	Merkintätunniste lämpöenergialle.
tz	Entiteetin fyysisen sijainnin aikavyöhyke.
unit	Entiteetin yksikkömääre.
valve	Venttiilin merkintätunniste.
vfd	Taajuusmuuntajan merkintätunniste.
vfd-freq	Taajuusmuuntajan taajuuden merkintätunniste.
vfd-speed	Taajuusmuuntajan nopeuden merkintätunniste.
volume	Entiteetin tilavuus esimerkiksi litroina.
water	Veden merkintätunniste.
yearBuilt	Kohde-entiteetin alkuperäinen rakennusvuosi.

JSON-tiedosto

Tässä liitteessä on esitettynä projektin tuotoksena syntynyt .json-formaatin koodi. Koodista on muutettu kohdekiinteistön nimi, sekä osoitetiedot yrityksen tietosuojakäytäntöjen vuoksi.

```
{
  "meta": {
    "ver": "2.0"
  },
  "cols": [
    {"name": "id"}, {"name": "dis"}, {"name": "ac-elec"}, {"name": "alarm"}, {"name": "area"}, {"name": "chilled"}, {"name": "chilled-water"}, {"name": "chilled-water-output"}, {"name": "cmd"}, {"name": "cool-water"}, {"name": "cur"}, {"name": "elecHeating"}, {"name": "elec-power"}, {"name": "equip"}, {"name": "equipRef"}, {"name": "flow-meter"}, {"name": "geoAddr"}, {"name": "geoCity"}, {"name": "geoPostalCode"}, {"name": "geoState"}, {"name": "geoStreet"}, {"name": "his"}, {"name": "hot-water"}, {"name": "hot-water-output"}, {"name": "maxVal"}, {"name": "minVal"}, {"name": "mixing"}, {"name": "modbus"}, {"name": "point"}, {"name": "pressure"}, {"name": "primaryFunction"}, {"name": "pump"}, {"name": "reheats"}, {"name": "sensor"}, {"name": "site"}, {"name": "siteRef"}, {"name": "submeterOf"}, {"name": "temp"}, {"name": "thermal"}, {"name": "tz"}, {"name": "unit"}, {"name": "valve"}, {"name": "vfd"}, {"name": "vfd-freq"}, {"name": "vfd-speed"}, {"name": "volume"}, {"name": "water"}, {"name": "yearBuilt"}
  ],
  "rows": [
    {"id": "r:112922", "dis": "s:Päivittäistavarakauppa", "area": "s:2500sqm.", "geoAddr": "s:Katuosoite, Paikkakunta, Postinumero", "geoCity": "s:Paikkakunta", "geoPostalCode": "s:Postinumero", "geoState": "s:Maakunta", "geoStreet": "s:Katuosoite", "primaryFunction": "s:Grocery Store", "site": "m:", "tz": "s:GMT+2", "yearBuilt": "s:2021"}, {"id": "r:112922.101", "dis": "s:OVK-verkosto", "equip": "m:", "hot-water": "m:", "siteRef": "r:112922"}, {"id": "r:112922.101FV01", "dis": "s:OVK-verkoston sekoitusventtiili", "cur": "m:", "equipRef": "r:112922.101", "his": "m:", "hot-water": "m:", "maxVal": "s:100", "minVal": "s:0", "mixing": "m:", "point": "m:", "siteRef": "r:112922", "unit": "s:%", "valve": "m:" }, {"id": "r:112922.101P01", "dis": "s:OVK-verkoston pumppu", "equip": "m:", "equipRef": "r:112922.101", "hot-water": "m:", "pump": "m:", "siteRef": "r:112922", "vfd": "m:"}, {"id": "r:112922.101SCP01", "dis": "s:OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntaja", "ac-elec": "m:", "equip": "m:", "equipRef": "r:112922.101P01", "hot-water": "m:", "siteRef": "r:112922", "vfd": "m:"}, {"id": "r:112922.101SCP01.DO", "dis": "s:OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan ohjaus DO", "cmd": "m:", "equipRef":
```



```
"r:112922.101SCP01","hot-water": "m:","point": "m:","siteRef":
"r:112922","unit": "s:%","vfd-speed": "m:"},
  {"id": "r:112922.101SCP01.DI","dis": "s:OVK-verkoston pumpun
taajuusmuuntajan k-tila DI","equipRef": "r:112922.101SCP01","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","run": "m:","sensor": "m:","siteRef":
"r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.101SCP01.DIA","dis": "s:OVK-verkoston pumpun
taajuusmuuntajan hälytys DIA","alarm": "m:","equipRef":
"r:112922.101SCP01","hot-water": "m:","point": "m:","siteRef":
"r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.101SCP01.AO","dis": "s:OVK-verkoston pumpun
taajuusmuuntajan säätö AO","equipRef": "r:112922.101SCP01","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","siteRef": "r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.101SCP01.AI","dis": "s:OVK-verkoston pumpun
taajuusmuuntajan mittaus AI","equipRef": "r:112922.101SCP01","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","unit":
"s:Hz","vfd-freq": "m:"},
  {"id": "r:112922.101SCP01.DI2","dis": "s:OVK-verkoston pumpun vir-
tasyötön k-tila DI","equipRef": "r:112922.101SCP01","hot-water":
"m:","point": "m:","run": "m:","sensor": "m:","siteRef":
"r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.101PDE01","dis": "s:OVK-verkoston paine-eromit-
taus","equipRef": "r:112922.101","hot-water": "m:","point":
"m:","pressure": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","unit":
"s:kPa"},
  {"id": "r:112922.101TE41","dis": "s:OVK-verkoston tulomit-
taus","cur": "m:","equipRef": "r:112922.101","his": "m:","hot-water":
"m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","temp":
"m:","unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.101TE42","dis": "s:OVK-verkoston paluunit-
taus","cur": "m:","equipRef": "r:112922.101","his": "m:","hot-water":
"m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","temp":
"m:","unit": "s:°C" },
  {"id": "r:112922.102","dis": "s:IV-verkosto","equip": "m:","hot-
water": "m:","siteRef": "r:112922"},
  {"id": "r:112922.102FV01","dis": "s:IV-verkoston sekoi-
tusventtiili","cur": "m:","equipRef": "r:112922.102","his": "m:","hot-
water": "m:","maxVal": "s:100", "minVal": "s:0","mixing":
"m:","point": "m:","siteRef": "r:112922","unit": "s:%","valve": "m:"
},
  {"id": "r:112922.102P01","dis": "s:IV-verkoston pumppu","equip":
"m:","equipRef": "r:112922.102","hot-water": "m:","pump": "m:","sit-
eRef": "r:112922" },
  {"id": "r:112922.102SCP01","dis": "s:IV-verkoston pumpun
taajuusmuuntaja","ac-elec": "m:","equip": "m:","equipRef":
"r:112922.102P01","hot-water": "m:","siteRef": "r:112922","vfd":
"m:"},
  {"id": "r:112922.102SCP01.DO","dis": "s:IV-verkoston pumpun
taajuusmuuntajan ohjaus DO","cmd": "m:","equipRef":
"r:112922.102SCP01","hot-water": "m:","point": "m:","siteRef":
"r:112922","unit": "s:%","vfd-speed": "m:"},
  {"id": "r:112922.102SCP01.DI","dis": "s:IV-verkoston pumpun
taajuusmuuntajan k-tila DI","equipRef": "r:112922.102SCP01","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","run": "m:","sensor": "m:","siteRef":
"r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.102SCP01.DIA","dis": "s:IV-verkoston pumpun
taajuusmuuntajan hälytys DIA","alarm": "m:","equipRef":
```

```
"r:112922.102SCP01","hot-water": "m:","point": "m:","siteRef":
"r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.102SCP01.AO","dis": "s:IV-verkoston pumpun
taajuusmuuntajan säätö AO","equipRef": "r:112922.102SCP01","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","siteRef": "r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.102SCP01.AI","dis": "s:IV-verkoston pumpun
taajuusmuuntajan mittaus AI","equipRef": "r:112922.102SCP01","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","unit":
"s:Hz","vfd-freq": "m:"},
  {"id": "r:112922.102SCP01.DI2","dis": "s:IV-verkoston pumpun vir-
tasyötön k-tila DI","equipRef": "r:112922.102SCP01","hot-water":
"m:","point": "m:","run": "m:","sensor": "m:","siteRef":
"r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.102PDE01","dis": "s:IV-verkosto paine-eromit-
taus","equipRef": "r:112922.102","hot-water": "m:","point":
"m:","pressure": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","unit":
"s:kPa" },
  {"id": "r:112922.102TE41","dis": "s:IV-verkoston tulomit-
taus","cur": "m:","equipRef": "r:112922.102","his": "m:","hot-water":
"m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","temp":
"m:","unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.102TE42","dis": "s:IV-verkoston paluumit-
taus","cur": "m:","equipRef": "r:112922.102","his": "m:","hot-water":
"m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","temp":
"m:","unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.130","dis": "s:LPU-järjestelmä","equip":
"m:","siteRef": "r:112922","water": "m:"},
  {"id": "r:112922.130FV01","dis": "s:Vaihtuventtiili","cur":
"m:","equipRef": "r:112922.130","his": "m:","hot-water":
"m:","maxVal": "s:100","minVal": "s:0","point": "m:","siteRef":
"r:112922","unit": "s:%","valve": "m:"},
  {"id": "r:112922.130FV04","dis": "s:Vaihtuventtiili","cur":
"m:","equipRef": "r:112922.130","his": "m:","hot-water":
"m:","maxVal": "s:100","minVal": "s:0","point": "m:","siteRef":
"r:112922","unit": "s:%","valve": "m:"},
  {"id": "r:112922.130LPU01","dis": "s:Lämpöpumppu","ac-elec":
"m:","chilled": "m:","chilled-water": "m:","chilled-water-output":
"m:","elec-power": "s:35,5kW","equip": "m:","equipRef":
"r:112922.130","hot-water": "m:","hot-water-output": "m:","modbus":
"m:","reheats": "m:","siteRef": "r:112922"},
  {"id": "r:112922.130P01","dis": "s:Lauhdepumppu P01","equip":
"m:","equipRef": "r:112922.130LPU01","hot-water": "m:","pump":
"m:","siteRef": "r:112922"},
  {"id": "r:112922.130P02","dis": "s:Keruupumppu P02","chilled-wa-
ter": "m:","equip": "m:","equipRef": "r:112922.130LPU01","pump":
"m:","siteRef": "r:112922"},
  {"id": "r:112922.130PE42","dis": "s:Painemittaus LV22","equipRef":
"r:112922.130","hot-water": "m:","point": "m:","pressure": "m:","sen-
sor": "m:","siteRef": "r:112922"},
  {"id": "r:112922.130QQ01","dis": "s:Lauhteen tuotetun energian
mittaus","equip": "m:","equipRef": "r:112922.130","hot-water":
"m:","modbus": "m:","siteRef": "r:112922","thermal": "m:"},
  {"id": "r:112922.130QQ03","dis": "s:Nestejäähdyttimellä lauhdu-
tettu energia","equip": "m:","equipRef": "r:112922.130","hot-water":
"m:","modbus": "m:","siteRef": "r:112922","thermal": "m:"},
  {"id": "r:112922.130SK01","dis": "s:Sähkökattila","ac-elec":
"m:","elecHeating": "m:","elec-power": "s:90 kW","equipRef":
```

```
"r:112922.130","equip": "m:","hot-water": "m:","hot-water-output":
"m:","reheats": "m:","siteRef": "r:112922","volume": "s:0,06m³"},
  {"id": "r:112922.130SK01.DIA","dis": "s:Sähkökattila hälytys
DIA","alarm": "m:","equipRef": "r:112922.130SK01","point": "m:","sit-
eRef": "r:112922"},
  {"id": "r:112922.130SK01.AI","dis": "s:Sähkökattila säätö
AI","equipRef": "r:112922.130SK01","point": "m:","siteRef":
"r:112922"},
  {"id": "r:112922.130SK01.AO","dis": "s:Sähkökattila mittaus
AO","equipRef": "r:112922.130SK01","point": "m:","siteRef":
"r:112922"},
  {"id": "r:112922.130TE11","dis": "s:LPU tulomittaus","cur":
"m:","equipRef": "r:112922.130QQ01","his": "m:","hot-water":
"m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","submeterOf":
"r:112922.130QQ01","temp": "m:","unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.130TE12","dis": "s:LPU paluumittaus","cur":
"m:","equipRef": "r:112922.130QQ01","his": "m:","hot-water":
"m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","submeterOf":
"r:112922.130QQ01","temp": "m:","unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.130TE15","dis": "s:403 Lämmönsiirtimen tulomit-
taus","cur": "m:","equipRef": "r:112922.130QQ03","his": "m:","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","sub-
meterOf": "r:112922.130QQ03","temp": "m:","unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.130TE16","dis": "s:403 Lämmönsiirtimen paluumit-
taus","cur": "m:","equipRef": "r:112922.130QQ03","his": "m:","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","sub-
meterOf": "r:112922.130QQ03","temp": "m:","unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.130TE40.1","dis": "s:Vesivaraajan mittaus
1","cur": "m:","equipRef": "r:112922.130VS01","his": "m:","hot-water":
"m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","temp":
"m:","unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.130TE40.2","dis": "s:Vesivaraajan mittaus
2","cur": "m:","equipRef": "r:112922.130VS01","his": "m:","hot-water":
"m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","temp":
"m:","unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.130TE41","dis": "s:Vesivaraajan ulostulomit-
taus","cur": "m:","equipRef": "r:112922.130","his": "m:","hot-water":
"m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","temp":
"m:","unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.130TE42","dis": "s:Sähkökattilan poisto-
mittaus","cur": "m:","equipRef": "r:112922.130","his": "m:","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","temp":
"m:","unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.130TE42.1","dis": "s:Vesivaraajan poisto-
mittaus","cur": "m:","equipRef": "r:112922.130","his": "m:","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","temp":
"m:","unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.130TE42.11","dis": "s:Sähkökattilan poistomittaus
2","cur": "m:","equipRef": "r:112922.130","his": "m:","hot-water":
"m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","temp":
"m:","unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.130TE43","dis": "s:IV-/OVK-verkoston paluumit-
taus","cur": "m:","equipRef": "r:112922.130","his": "m:","hot-water":
"m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","temp":
"m:","unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.130TE61","dis": "s:403 Lämmönsiirtimen tulomit-
taus","cur": "m:","equipRef": "r:112922.130","his": "m:","hot-water":
```

```
"m:", "point": "m:", "sensor": "m:", "siteRef": "r:112922", "temp":
"m:", "unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.130TE62", "dis": "s:403 Lämmönsiirtimen paluumittaus", "cur": "m:", "equipRef": "r:112922.130", "his": "m:", "hot-water": "m:", "point": "m:", "sensor": "m:", "siteRef": "r:112922", "temp": "m:", "unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.130VS01", "dis": "s:Vesivaraaja", "equip": "m:", "equipRef": "r:112922.130", "hot-water": "m:", "siteRef": "r:112922", "volume": "s:1000L"},
  {"id": "r:112922.200", "dis": "s:LKV tuotto", "equip": "m:", "hot-water": "m:", "siteRef": "r:112922"},
  {"id": "r:112922.200VS01", "dis": "s:Vesivaraaja", "equip": "m:", "equipRef": "r:112922.200", "hot-water": "m:", "siteRef": "r:112922", "volume": "s:1000L"},
  {"id": "r:112922.200SV01", "dis": "s:Varaajasäiliön lämmitysvastus 1", "elecHeating": "m:", "equipRef": "r:112922.200VS01", "hot-water": "m:", "point": "m:", "siteRef": "r:112922" },
  {"id": "r:112922.200SV02", "dis": "s:Varaajasäiliön lämmitysvastus 2", "elecHeating": "m:", "equipRef": "r:112922.200VS01", "hot-water": "m:", "point": "m:", "siteRef": "r:112922" },
  {"id": "r:112922.200TE30.1", "dis": "s:LKV tuotto huippumittaus", "cur": "m:", "equipRef": "r:112922.200", "his": "m:", "hot-water": "m:", "point": "m:", "sensor": "m:", "siteRef": "r:112922", "temp": "m:", "unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.200TE30.2", "dis": "s:LKV tuotto pohjamittaus", "cur": "m:", "equipRef": "r:112922.200", "his": "m:", "hot-water": "m:", "point": "m:", "sensor": "m:", "siteRef": "r:112922", "temp": "m:", "unit": "s:°C" },
  {"id": "r:112922.201", "dis": "s:LKV", "equip": "m:", "hot-water": "m:", "siteRef": "r:112922"},
  {"id": "r:112922.201FV01", "dis": "s:Sekoitusventtiili", "chilled-water": "m:", "cur": "m:", "equipRef": "r:112922.201", "his": "m:", "hot-water": "m:", "maxVal": "s:100", "minVal": "s:0", "mixing": "m:", "point": "m:", "siteRef": "r:112922", "unit": "s:%", "valve": "m:"},
  {"id": "r:112922.201P01", "dis": "s:LKV pumppu", "equip": "m:", "equipRef": "r:112922.201", "hot-water": "m:", "pump": "m:", "siteRef": "r:112922"},
  {"id": "r:112922.201SCP01", "dis": "s:LVK-verkoston pumpun taajuusmuuntaja", "ac-elec": "m:", "equip": "m:", "equipRef": "r:112922.201P01", "hot-water": "m:", "siteRef": "r:112922", "vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.201SCP01.DO", "dis": "s:LVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan ohjaus DO", "cmd": "m:", "equipRef": "r:112922.201SCP01", "hot-water": "m:", "point": "m:", "siteRef": "r:112922", "unit": "s:%", "vfd-speed": "m:"},
  {"id": "r:112922.201SCP01.DI", "dis": "s:LVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan k-tila DI", "equipRef": "r:112922.201SCP01", "hot-water": "m:", "point": "m:", "run": "m:", "sensor": "m:", "siteRef": "r:112922", "vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.201SCP01.DIA", "dis": "s:LVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan hälytys DIA", "alarm": "m:", "equipRef": "r:112922.201SCP01.DI", "hot-water": "m:", "point": "m:", "siteRef": "r:112922", "vfd": "m:"}
```

```
"r:112922.201SCP01","hot-water": "m:","point": "m:","siteRef":
"r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.201SCP01.AO","dis": "s:LVK-verkoston pumpun
taajuusmuuntajan säätö AO","equipRef": "r:112922.201SCP01","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","siteRef": "r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.201SCP01.AI","dis": "s:LVK-verkoston pumpun
taajuusmuuntajan mittaus AI","equipRef": "r:112922.201SCP01","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","unit":
"s:Hz","vfd-freq": "m:"},
  {"id": "r:112922.201SCP01.DI2","dis": "s:LVK-verkoston pumpun vir-
tasyötön k-tila DI","equipRef": "r:112922.201SCP01","hot-water":
"m:","point": "m:","run": "m:","sensor": "m:","siteRef":
"r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.201TE31","dis": "s:LV42 mittaus","cur":
"m:","equipRef": "r:112922.201","his": "m:","hot-water": "m:","point":
"m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","temp": "m:","unit":
"s:°C"},
  {"id": "r:112922.201TE32","dis": "s:LVK28 mittaus","cur":
"m:","equipRef": "r:112922.201","his": "m:","hot-water": "m:","point":
"m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","temp": "m:","unit":
"s:°C"},
  {"id": "r:112922.201TE33","dis": "s:KV42 mittaus","chilled-water":
"m:","cur": "m:","equipRef": "r:112922.201","his": "m:","point":
"m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","temp": "m:","unit":
"s:°C"},
  {"id": "r:112922.201VM01","dis": "s:LKV vesimittari","chilled-wa-
ter": "m:","equipRef": "r:112922.201","flow-meter": "m:","point":
"m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","unit": "s:m³/h"},
  {"id": "r:112922.201VM02","dis": "s:LKV täytön vesimittari","equi-
pRef": "r:112922.201","flow-meter": "m:","hot-water": "m:","point":
"m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","unit": "s:m³/h"},
  {"id": "r:112922.402","dis": "s:Lauhteen talteenotto","chilled-wa-
ter": "m:","equip": "m:","siteRef": "r:112922" },
  {"id": "r:112922.402LS01","dis": "s:Lämmönsiirrin","chilled-wa-
ter": "m:","equip": "m:","equipRef": "r:112922.402","siteRef":
"r:112922"},
  {"id": "r:112922.402P01","dis": "s:Lämmöntalteenoton
kiertopumppu","chilled-water": "m:","equip": "m:","equipRef":
"r:112922.402","pump": "m:","siteRef": "r:112922"},
  {"id": "r:112922.402P02","dis": "s:Ilmanvaihdon jäähdytysverkoston
pumppu","chilled-water": "m:","equip": "m:","equipRef":
"r:112922.402","pump": "m:","siteRef": "r:112922"},
  {"id": "r:112922.402FV01","dis": "s:Sekoitusventtiili","chilled-
water": "m:","cur": "m:","equipRef": "r:112922.402","his":
"m:","maxVal": "s:100","minVal": "s:0","mixing": "m:","point":
"m:","siteRef": "r:112922","unit": "s:%","valve": "m:"},
  {"id": "r:112922.402PDE01","dis": "s:IV-jäähdytyksen paine-eromit-
taus","chilled-water": "m:","equipRef": "r:112922.402","point":
"m:","pressure": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","unit":
"s:kPa"},
  {"id": "r:112922.402PE01","dis": "s:402 Painemittaus","chilled-wa-
ter": "m:","equipRef": "r:112922.402","point": "m:","pressure":
"m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","unit": "s:kPa"},
  {"id": "r:112922.402QQ01","dis": "s:Lauhteen talteenoton ener-
giamittaus","cool-water": "m:","equip": "m:","equipRef":
"r:112922.402","modbus": "m:","siteRef": "r:112922","thermal": "m:"},
  {"id": "r:112922.402SCP01","dis": "s:Lämmöntalteenoton pumpun
taajuusmuuntaja","ac-elec": "m:","equip": "m:","equipRef":
```

```
"r:112922.402P01","hot-water": "m:","siteRef": "r:112922","vfd":
"m:"},
  {"id": "r:112922.402SCP01.DO","dis": "s:Lämmöntalteenoton pumpun
taajuusmuuntajan ohjaus DO","cmd": "m:","equipRef":
"r:112922.402SCP01","hot-water": "m:","point": "m:","siteRef":
"r:112922","unit": "s:%","vfd-speed": "m:"},
  {"id": "r:112922.402SCP01.DI","dis": "s:Lämmöntalteenoton pumpun
taajuusmuuntajan k-tila DI","equipRef": "r:112922.402SCP01","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","run": "m:","sensor": "m:","siteRef":
"r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.402SCP01.DIA","dis": "s:Lämmöntalteenoton pumpun
taajuusmuuntajan hälytys DIA","alarm": "m:","equipRef":
"r:112922.402SCP01","hot-water": "m:","point": "m:","siteRef":
"r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.402SCP01.AO","dis": "s:Lämmöntalteenoton pumpun
taajuusmuuntajan säätö AO","equipRef": "r:112922.402SCP01","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","siteRef": "r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.402SCP01.AI","dis": "s:Lämmöntalteenoton pumpun
taajuusmuuntajan mittaus AI","equipRef": "r:112922.402SCP01","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","unit":
"s:Hz","vfd-freq": "m:"},
  {"id": "r:112922.402SCP01.DI2","dis": "s:Lämmöntalteenoton pumpun
virtasyötön k-tila DI","equipRef": "r:112922.402SCP01","hot-water":
"m:","point": "m:","run": "m:","sensor": "m:","siteRef":
"r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.402SCP03","dis": "s:Lauhdeverkoston pumpun
taajuusmuuntaja","ac-elec": "m:","equip": "m:","equipRef":
"r:112922.402P02","hot-water": "m:","siteRef": "r:112922","vfd":
"m:"},
  {"id": "r:112922.402SCP03.DO","dis": "s:Lauhdeverkoston pumpun
taajuusmuuntajan ohjaus DO","cmd": "m:","equipRef":
"r:112922.402SCP03","hot-water": "m:","point": "m:","siteRef":
"r:112922","unit": "s:%","vfd-speed": "m:"},
  {"id": "r:112922.402SCP03.DI","dis": "s:Lauhdeverkoston pumpun
taajuusmuuntajan k-tila DI","equipRef": "r:112922.402SCP03","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","run": "m:","sensor": "m:","siteRef":
"r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.402SCP03.DIA","dis": "s:Lauhdeverkoston pumpun
taajuusmuuntajan hälytys DIA","alarm": "m:","equipRef":
"r:112922.402SCP03","hot-water": "m:","point": "m:","siteRef":
"r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.402SCP03.AO","dis": "s:Lauhdeverkoston pumpun
taajuusmuuntajan säätö AO","equipRef": "r:112922.402SCP03","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","siteRef": "r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.402SCP03.AI","dis": "s:Lauhdeverkoston pumpun
taajuusmuuntajan mittaus AI","equipRef": "r:112922.402SCP03","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef": "r:112922","unit":
"s:Hz","vfd-freq": "m:"},
  {"id": "r:112922.402SCP03.DI2","dis": "s:Lauhdeverkoston pumpun
virtasyötön k-tila DI","equipRef": "r:112922.402SCP03","hot-water":
"m:","point": "m:","run": "m:","sensor": "m:","siteRef":
"r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.402SL01","dis": "s:Lauhteen talteenoton
säiliö","chilled-water": "m:","cool-water": "m:","equip": "m:","equi-
pRef": "r:112922.402","siteRef": "r:112922","volume": "s:2000L"},
  {"id": "r:112922.402TE50.1","dis": "s:SL huippumittaus","cool-wa-
ter": "m:","cur": "m:","equipRef": "r:112922.402SL01","his":
```

```
"m:", "point": "m:", "sensor": "m:", "siteRef": "r:112922", "temp":
"m:", "unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.402TE50.2", "dis": "s:SL pohjamittaus", "chilled-
water": "m:", "cur": "m:", "equipRef": "r:112922.402SL01", "his":
"m:", "point": "m:", "sensor": "m:", "siteRef": "r:112922", "temp":
"m:", "unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.402TE51.1", "dis": "s:Kylmälauhteen paluumittaus
1", "chilled-water": "m:", "cur": "m:", "equipRef": "r:112922.402", "his":
"m:", "point": "m:", "sensor": "m:", "siteRef": "r:112922", "temp":
"m:", "unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.402TE51.2", "dis": "s:Kylmälauhteen paluumittaus
2", "chilled-water": "m:", "cur": "m:", "equipRef": "r:112922.402", "his":
"m:", "point": "m:", "siteRef": "r:112922", "sensor": "m:", "temp":
"m:", "unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.402TE51.3", "dis": "s:Kylmälauhteen paluumittaus
3", "chilled-water": "m:", "cur": "m:", "equipRef": "r:112922.402", "his":
"m:", "point": "m:", "sensor": "m:", "siteRef": "r:112922", "temp":
"m:", "unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.402TE51.4", "dis": "s:Kylmälauhteen paluumittaus
4", "chilled-water": "m:", "cur": "m:", "equipRef":
"r:112922.402QQ01", "his": "m:", "point": "m:", "sensor": "m:", "siteRef":
"r:112922", "submeterOf": "r:112922.402QQ01", "temp": "m:", "unit":
"s:°C"},
  {"id": "r:112922.402TE52.1", "dis": "s:Kylmälauhteen tulomittaus
1", "cool-water": "m:", "cur": "m:", "equipRef": "r:112922.402", "his":
"m:", "point": "m:", "sensor": "m:", "siteRef": "r:112922", "temp":
"m:", "unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.402TE52.2", "dis": "s:Kylmälauhteen tulomittaus
2", "cool-water": "m:", "cur": "m:", "equipRef": "r:112922.402", "his":
"m:", "point": "m:", "sensor": "m:", "siteRef": "r:112922", "temp":
"m:", "unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.402TE52.3", "dis": "s:Kylmälauhteen tulomittaus
3", "cool-water": "m:", "cur": "m:", "equipRef": "r:112922.402", "his":
"m:", "point": "m:", "sensor": "m:", "siteRef": "r:112922", "temp":
"m:", "unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.402TE52.4", "dis": "s:Kylmälauhteen tulomittaus
4", "cool-water": "m:", "cur": "m:", "equipRef":
"r:112922.402QQ01", "his": "m:", "point": "m:", "sensor": "m:", "siteRef":
"r:112922", "submeterOf": "r:112922.402QQ01", "temp": "m:", "unit":
"s:°C"},
  {"id": "r:112922.402TE61", "dis": "s:SL poistomittaus", "chilled-wa-
ter": "m:", "cur": "m:", "equipRef": "r:112922.402", "his": "m:", "point":
"m:", "sensor": "m:", "siteRef": "r:112922", "temp": "m:", "unit":
"s:°C"},
  {"id": "r:112922.402TE62", "dis": "s:SL tulomittaus", "chilled-wa-
ter": "m:", "cur": "m:", "equipRef": "r:112922.402", "his": "m:", "point":
"m:", "sensor": "m:", "siteRef": "r:112922", "temp": "m:", "unit":
"s:°C"},
  {"id": "r:112922.402TE70.1", "dis": "s:Kylmälauhteen mit-
taus", "chilled-water": "m:", "cur": "m:", "equipRef":
"r:112922.402LS01", "his": "m:", "point": "m:", "sensor": "m:", "siteRef":
"r:112922", "temp": "m:", "unit": "s:°C"},
  {"id": "r:112922.403", "dis": "s:Nestelauhdutus", "chilled-water":
"m:", "equip": "m:", "siteRef": "r:112922"},
  {"id": "r:112922.403FV01", "dis": "s:Nestejäähdytyspiirin talvi-
sulku", "chilled-water": "m:", "cur": "m:", "equipRef":
```

```
"r:112922.403","his": "m:","maxVal": "s:100", "minVal": "s:0","point":
"m:","siteRef": "r:112922","unit": "s:%","valve": "m:"},
  {"id": "r:112922.403LS01","dis": "s:Lämmönsiirrin","chilled-wa-
ter": "m:","equip": "m:","equipRef": "r:112922.403","siteRef":
"r:112922"},
  {"id": "r:112922.403NJ01","dis": "s:Nestejäähdytin","chilled":
"m:","chilled-water": "m:","chilled-water-output": "m:","elec-power":
"s:140 kW","equip": "m:","equipRef": "r:112922.403","siteRef":
"r:112922"},
  {"id": "r:112922.403NJ01.DO","dis": "s:Nestejäähdyttimen ohjaus
DO","cmd": "m:","equipRef": "r:112922.403NJ01","point": "m:","sit-
eRef": "r:112922"},
  {"id": "r:112922.403NJ01.DI","dis": "s:Nestejäähdyttimen k-tila
DI","equipRef": "r:112922.403NJ01","point": "m:","siteRef":
"r:112922"},
  {"id": "r:112922.403NJ01.DIA","dis": "s:Nestejäähdyttimen hälytys
DIA","alarm": "m:","equipRef": "r:112922.403NJ01","point": "m:","sit-
eRef": "r:112922"},
  {"id": "r:112922.403NJ01.AO","dis": "s:Nestejäähdyttimen säätö
AO","equipRef": "r:112922.403NJ01","point": "m:","siteRef":
"r:112922"},
  {"id": "r:112922.403P01","dis": "s:Nestejäähdytyspiirin
pumpu","chilled-water": "m:","equip": "m:","equipRef":
"r:112922.403","pump": "m:","siteRef": "r:112922"},
  {"id": "r:112922.403PE42","dis": "s:Painemittaus","chilled-water":
"m:","equipRef": "r:112922.403","point": "m:","pressure": "m:","sen-
sor": "m:","siteRef": "r:112922","unit": "s:kPa"},
  {"id": "r:112922.403SCP01","dis": "s:Nestejäähdytyspiirin pumpun
taajuusmuuntaja","ac-elec": "m:","equip": "m:","equipRef":
"r:112922.403P01","hot-water": "m:","siteRef": "r:112922","vfd":
"m:"},
  {"id": "r:112922.403SCP01.DO","dis": "s:Nestejäähdytyspiirin
pumpun taajuusmuuntajan ohjaus DO","cmd": "m:","equipRef":
"r:112922.403SCP01","hot-water": "m:","point": "m:","siteRef":
"r:112922","unit": "s:%","vfd-speed": "m:"},
  {"id": "r:112922.403SCP01.DI","dis": "s:Nestejäähdytyspiirin
pumpun taajuusmuuntajan k-tila DI","equipRef":
"r:112922.403SCP01","hot-water": "m:","point": "m:","run": "m:","sen-
sor": "m:","siteRef": "r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.403SCP01.DIA","dis": "s:Nestejäähdytyspiirin
pumpun taajuusmuuntajan hälytys DIA","alarm": "m:","equipRef":
"r:112922.403SCP01","hot-water": "m:","point": "m:","siteRef":
"r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.403SCP01.AO","dis": "s:Nestejäähdytyspiirin
pumpun taajuusmuuntajan säätö AO","equipRef":
"r:112922.403SCP01","hot-water": "m:","point": "m:","siteRef":
"r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.403SCP01.AI","dis": "s:Nestejäähdytyspiirin
pumpun taajuusmuuntajan mittaus AI","equipRef":
"r:112922.403SCP01","hot-water": "m:","point": "m:","sensor":
"m:","siteRef": "r:112922","unit": "s:Hz","vfd-freq": "m:"},
  {"id": "r:112922.403SCP01.DI2","dis": "s:Nestejäähdytyspiirin
pumpun virtasyötön k-tila DI","equipRef": "r:112922.403SCP01","hot-wa-
ter": "m:","point": "m:","run": "m:","sensor": "m:","siteRef":
"r:112922","vfd": "m:"},
  {"id": "r:112922.403TE61","dis": "s:Nestejäähdytyspiirin tulomit-
taus","chilled-water": "m:","cur": "m:","equipRef":
```



```
"r:112922.403","his": "m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef":  
"r:112922","temp": "m:","unit": "s:°C"},  
  {"id": "r:112922.403TE62","dis": "s:Nestejäähdytyspiirin paluumit-  
taus","chilled-water": "m:","cur": "m:","equipRef":  
"r:112922.403","his": "m:","point": "m:","sensor": "m:","siteRef":  
"r:112922","temp": "m:","unit": "s:°C"  
  }  
]  
}
```

ZINC-tiedosto

Tässä liitteessä on esitettynä projektin tuotoksena syntynyt ZINC-formaatin koodi.

```
id,dis,ac-elec,alarm,area,chilled,chilled-water,chilled-water-out-put,cmd,cool-water,cur,elecHeating,elec-power,equip,equipRef,flow-meter,geoAddr,geoCity,geoPostalCode,geoState,geoStreet,his,hot-wa-
```

```

ter,hot-water-output,maxVal,minVal,mixing,modbus,point,pressure,primaryFunction,pump,reheats,run,sensor,site,siteRef,submeterOf,temp,thermal,tz,unit,valve,vfd,vfd-freq,vfd-speed,volume,water,yearBuilt
112922,Kohdekiinteistö,,,2500m^2,,,,,,,,,,,,,Katuosoite; Paikkakunta;
Postinumero,Paikkakunta,Postinumero,Maakunta,Katuosoite,,,,,,,,,Grocery store,,,,,,,,M,,,,,GMT+2,,,,,,,,,2021
112922.101,OVK-ver-
kosto,,,,,,,,,M,,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,
112922.101FV01,OVK-verkoston sekoitusvent-
tiili,,,,,,,,,M,,,,,112922.101,,,,,,,,,M,M,,100,0,M,,M,,,,,,,,,112922,,,,,
""""%""""M,,,,,,,,,
112922.101P01,OVK-verkoston
pumppu,,,,,,,,,M,112922.101,,,,,,,,,M,,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,M,,
''''
112922.101SCP01,OVK-verkoston pumpun taajuusmuun-
taja,M,,,,,,,,,M,112922.101P01,,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,M,,
''''''
112922.101SCP01.DO,OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan ohjaus
DO,,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922.101SCP01,,,,,,,,,M,,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,, """"%
""""M,,,,,
112922.101SCP01.DI,OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan k-tila
DI,,,,,,,,,112922.101SCP01,,,,,,,,,M,,,,,,,,,M,,,,,,,,,M,M,,112922,,,,,,,,,M
''''''
112922.101SCP01.DIA,OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan hälytys
DIA,,M,,,,,,,,,112922.101SCP01,,,,,,,,,M,,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,M
''''''
112922.101SCP01.AO,OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan säätö
AO,,,,,,,,,112922.101SCP01,,,,,,,,,M,,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,M,,
''''
112922.101SCP01.AI,OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan mittaus
AI,,,,,,,,,112922.101SCP01,,,,,,,,,M,,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,, """"Hz
""""M,,,,,
112922.101SCP01.DI2,OVK-verkoston pumpun virtasyötön k-tila
DI,,,,,,,,,112922.101SCP01,,,,,,,,,M,,,,,,,,,M,,,,,,,,,M,M,,112922,,,,,,,,,M
''''''
112922.101PDE01,OVK-verkoston paine-eromit-
taus,,,,,,,,,112922.101,,,,,,,,,M,,,,,,,,,M,M,,,,,,,,,M,,112922,,,,, """"kPa
""""M,,,,,
112922.101TE41,OVK-verkoston tulomit-
taus,,,,,,,,,M,,,,,112922.101,,,,,,,,,M,M,,,,,,,,,M,,,,,,,,,M,,112922,,M,, """"°
C""""M,,,,,
112922.101TE42,OVK-verkoston paluomit-
taus,,,,,,,,,M,,,,,112922.101,,,,,,,,,M,M,,,,,,,,,M,,,,,,,,,M,,112922,,M,, """"°
C""""M,,,,,
112922.102,IV-ver-
kosto,,,,,,,,,M,,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,
112922.102FV01,IV-verkoston sekoitusvent-
tiili,,,,,,,,,M,,,,,112922.102,,,,,,,,,M,M,,100,0,M,,M,,,,,,,,,112922,,,,,
""""%""""M,,,,,,,,,
112922.102P01,IV-verkoston
pumppu,,,,,,,,,M,112922.102,,,,,,,,,M,,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,
''
112922.102SCP01,IV-verkoston pumpun taajuusmuun-
taja,M,,,,,,,,,M,112922.102P01,,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,M,,
''''''
112922.102SCP01.DO,IV-verkoston pumpun taajuusmuuntajan ohjaus
DO,,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922.102SCP01,,,,,,,,,M,,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,, """"%
""""M,,,,,

```

112922.102SCP01.DI,IV-verkoston pumpun taajuusmuuntajan k-tila
 DI,,,,,,,,,,,,,112922.102SCP01,,,,,,,,,M,,,,,,,,M,,,,,,,,M,M,,112922,,,,,,,,,M
 /
 112922.102SCP01.DIA,IV-verkoston pumpun taajuusmuuntajan hälytys
 DIA,,M,,,,,,,,,,,,,112922.102SCP01,,,,,,,,,M,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,M
 /
 112922.102SCP01.AO,IV-verkoston pumpun taajuusmuuntajan säätö
 AO,,,,,,,,,,,,,112922.102SCP01,,,,,,,,,M,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,M,,
 /
 112922.102SCP01.AI,IV-verkoston pumpun taajuusmuuntajan mittaus
 AI,,,,,,,,,,,,,112922.102SCP01,,,,,,,,,M,,,,,,,,M,,,,,,,,M,,112922,,,,,,,,, ""H
 z""",M,,,,
 112922.102SCP01.DI2,IV-verkoston pumpun virtasyötön k-tila
 DI,,,,,,,,,,,,,112922.102SCP01,,,,,,,,,M,,,,,,,,M,,,,,,,,M,M,,112922,,,,,,,,,M
 /
 112922.102PDE01,IV-verkoston paine-eromit-
 taus,,,,,,,,,,,,,112922.102,,,,,,,,,M,,,,,,,,M,M,,,,,M,,112922,,,,,,,,, ""kPa
 """,
 112922.102TE41,IV-verkoston tulomit-
 taus,,,,,,,,,M,,,112922.102,,,,,,,,,M,M,,,,,,,,M,,,,,,,,M,,112922,,M,,, ""°
 C""",
 112922.102TE42,IV-verkoston paluumit-
 taus,,,,,,,,,M,,,112922.102,,,,,,,,,M,M,,,,,,,,M,,,,,,,,M,,112922,,M,,, ""°
 C""",
 112922.130,LPU-järjes-
 telmä,,,,,,,,,,,,,M,,,,,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,M,
 112922.130FV01,Vaihtovent-
 tiili,,,,,,,,,M,,,112922.130,,,,,,,,,M,M,,100,0,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,"
 ""%""",M,,,,
 112922.130FV04,Vaihtovent-
 tiili,,,,,,,,,M,,,112922.130,,,,,,,,,M,M,,100,0,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,"
 ""%""",M,,,,
 112922.130LPU01,Lämpö-
 pumppu,M,,,M,M,M,,,,, ""35,5kW""",M,112922.130,,,,,,,,,M,M,,,,,M,,
 ,,112922,,,,,,,,,
 112922.130P01,Lauhdepumppu
 P01,,,,,,,,,,,,,M,112922.130LPU01,,,,,,,,,M,,,,,,,,,M,,,,,112922,,,,,,,,,
 /
 112922.130P02,Keruupumppu
 P02,,,,,M,,,,,,,,,M,112922.130LPU01,,,,,,,,,,,,,M,,,,,112922,,,,,,,,,
 /
 112922.130PE42,Painemittaus
 LV22,,,,,,,,,,,,,112922.130,,,,,,,,,M,,,,,,,,M,M,,,,,M,,112922,,,,,,,,,
 /
 112922.130QQ01,Lauhteen tuotetun energian mit-
 taus,,,,,,,,,,,,,M,112922.130,,,,,,,,,M,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,M,,,,,,,,,
 /
 112922.130QQ03,Nestejäähdyttimellä lauhdutettu ener-
 gia,,,,,,,,,,,,,M,112922.130,,,,,,,,,M,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,M,,,,,,,,,
 112922.130SK01,Sähkökattila,M,,,,,,,,,M, ""90
 kW""",M,112922.130,,,,,,,,,M,M,,,,,,,,,M,,,,,112922,,,,,,,,, ""0,06
 m³""",
 112922.130SK01.DIA,Sähkökattila hälytys
 DIA,,M,,,,,,,,,,,,,112922.130SK01,,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,
 /
 112922.130SK01.AI,Sähkökattila säätö
 AI,,,,,,,,,,,,,112922.130SK01,,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,
 112922.130SK01.AO,Sähkökattila mittaus
 AO,,,,,,,,,,,,,112922.130SK01,,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,

112922.130TE11,LPU tulomit-
 taus,,,,,,,,M,,,,112922.130QQ01,,,,,,,,M,M,,,,M,,,,M,,112922,11292
 2.130QQ01,M,,, ""°C"",,,,,
 112922.130TE12,LPU paluunit-
 taus,,,,,,,,M,,,,112922.130QQ01,,,,,,,,M,M,,,,M,,,,M,,112922,11292
 2.130QQ01,M,,, ""°C"",,,,,
 112922.130TE15,403 Lämmönsiirtimen tulomit-
 taus,,,,,,,,M,,,,112922.130QQ03,,,,,,,,M,M,,,,M,,,,M,,112922,11292
 2.130QQ03,M,,, ""°C"",,,,,
 112922.130TE16,403 Lämmönsiirtimen paluunit-
 taus,,,,,,,,M,,,,112922.130QQ03,,,,,,,,M,M,,,,M,,,,M,,112922,11292
 2.130QQ03,M,,, ""°C"",,,,,
 112922.130TE40.1,Vesivaraajan mittaus
 1,,,,,,,,M,,,,112922.130VS01,,,,,,,,M,M,,,,M,,,,M,,112922,,M,,, ""°
 °C"",,,,,
 112922.130TE40.2,Vesivaraajan mittaus
 2,,,,,,,,M,,,,112922.130VS01,,,,,,,,M,M,,,,M,,,,M,,112922,,M,,, ""°
 °C"",,,,,
 112922.130TE41,Vesivaraajan ulostulomit-
 taus,,,,,,,,M,,,,112922.130,,,,,,,,M,M,,,,M,,,,M,,112922,,M,,, ""°
 C"",,,,,
 112922.130TE42,Sähkökattilan poistomit-
 taus,,,,,,,,M,,,,112922.130,,,,,,,,M,M,,,,M,,,,M,,112922,,M,,, ""°
 C"",,,,,
 112922.130TE42.1,Vesivaraajan poistomit-
 taus,,,,,,,,M,,,,112922.130,,,,,,,,M,M,,,,M,,,,M,,112922,,M,,, ""°
 C"",,,,,
 112922.130TE42.11,Sähkökattilan poistomittaus
 2,,,,,,,,M,,,,112922.130,,,,,,,,M,M,,,,M,,,,M,,112922,,M,,, ""°C""
 ",,,,,,
 112922.130TE43,IV-/OVK-verkoston paluunit-
 taus,,,,,,,,M,,,,112922.130,,,,,,,,M,M,,,,M,,,,M,,112922,,M,,, ""°
 C"",,,,,
 112922.130TE61,403 Lämmönsiirtimen tulomit-
 taus,,,,,,,,M,,,,112922.130,,,,,,,,M,M,,,,M,,,,M,,112922,,M,,, ""°
 C"",,,,,
 112922.130TE62,403 Lämmönsiirtimen paluunit-
 taus,,,,,,,,M,,,,112922.130,,,,,,,,M,M,,,,M,,,,M,,112922,,M,,, ""°
 C"",,,,,
 112922.130VS01,Vesiva-
 raaja,,,,,,,,M,112922.130,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,""
 "1000 L""",,
 112922.200,LKV
 tuotto,,,,,,,,M,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,
 112922.200VS01,Vesiva-
 raaja,,,,,,,,M,112922.200,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,""
 "1000 L""",,
 112922.200SV01,Varaajasäiliön lämmitysvastus
 1,,,,,,,,M,,112922.200VS01,,,,,,,,M,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,
 ,
 112922.200SV02,Varaajasäiliön lämmitysvastus
 2,,,,,,,,M,,112922.200VS01,,,,,,,,M,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,
 ,
 112922.200TE30.1,LKV tuotto huippumit-
 taus,,,,,,,,M,,,,112922.200,,,,,,,,M,M,,,,M,,,,M,,112922,,M,,, ""°
 C"",,,,,
 112922.200TE30.2,LKV tuotto pohjamit-
 taus,,,,,,,,M,,,,112922.200,,,,,,,,M,M,,,,M,,,,M,,112922,,M,,, ""°
 C"",,,,,
 112922.201,LKV,,,,,,,,M,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,,,,,

112922.201FV01,Sekoitusvent-
 tiili,,,,,M,,,,M,,,,112922.201,,,,,,M,M,,100,0,M,,M,,,,,,112922,,,,,
 ,""%""",M,,,,,
 112922.201P01,LKV
 pumppu,,,,,,M,112922.201,,,,,,M,,,,,,M,,,,,112922,,,,,,
 ,,
 112922.201SCP01,LVK-verkoston pumpun taajuusmuun-
 taja,M,,,,,,M,112922.201P01,,,,,,M,,,,,,112922,,,,,,M,
 ,,,,,,
 112922.201SCP01.DO,LVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan ohjaus
 DO,,,,,,M,,,,,112922.201SCP01,,,,,,M,,,,,M,,,,,112922,,,,,"""%
 """,M,,,,,
 112922.201SCP01.DI,LVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan k-tila
 DI,,,,,,112922.201SCP01,,,,,,M,,,,,M,,,,,M,M,,112922,,,,,,M
 ,,,,,,
 112922.201SCP01.DIA,LVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan hälytys
 DIA,,M,,,,,,112922.201SCP01,,,,,,M,,,,,M,,,,,112922,,,,,,M
 ,,,,,,
 112922.201SCP01.AO,LVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan säätö
 AO,,,,,,112922.201SCP01,,,,,,M,,,,,M,,,,,112922,,,,,,M,,
 ,,,,
 112922.201SCP01.AI,LVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan mittaus
 AI,,,,,,112922.201SCP01,,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,,,,"""H
 z""",M,,,,,
 112922.201SCP01.DI2,LVK-verkoston pumpun virtasyötön k-tila
 DI,,,,,,112922.201SCP01,,,,,,M,,,,,M,,,,,M,M,,112922,,,,,,M
 ,,,,,,
 112922.201TE31,LV42 mit-
 taus,,,,,,M,,,,,112922.201,,,,,,M,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,M,,,"""°
 C""",,,,,,
 112922.201TE32,LVK28 mit-
 taus,,,,,,M,,,,,112922.201,,,,,,M,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,M,,,"""°
 C""",,,,,,
 112922.201TE33,KV42 mit-
 taus,,,,,M,,,,,M,,,,,112922.201,,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,M,,,"""°
 C""",,,,,,
 112922.201VM01,LKV vesimit-
 tari,,,,,M,,,,,,112922.201,M,,,,,,M,,,,,M,,112922,,,,,"""m³/
 h""",,,,,,
 112922.201VM02,LKV täytön vesimit-
 tari,,,,,,112922.201,M,,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,,,,"""m³/
 h""",,,,,,
 112922.402,Lauhteen talteen-
 otto,,,,,M,,,,,M,,,,,,112922,,,,,,
 112922.402LS01,Lämmönsiir-
 rin,,,,,M,,,,,M,112922.402,,,,,,112922,,,,,,
 112922.402P01,Lämmöntalteenoton kierto-
 pumppu,,,,,M,,,,,M,112922.402,,,,,,M,,,,,112922,,,,,,
 ,,
 112922.402P02,Ilmanvaihdon jäähdytysverkoston
 pumppu,,,,,M,,,,,M,112922.402,,,,,,M,,,,,112922,,,,,,
 ,,
 112922.402FV01,Sekoitusvent-
 tiili,,,,,M,,,,M,,,,112922.402,,,,,,M,,100,0,M,,M,,,,,,112922,,,,,
 ""%""",M,,,,,
 112922.402PDE01,IV-jäähdytyksen paine-eromit-
 taus,,,,,M,,,,,112922.402,,,,,,M,M,,,,,M,,112922,,,,,"""kPa
 """,,,,,,

112922.402PE01,402 Painemit-
 taus,,,,,M,,,,,112922.402,,,,,M,M,,,,,M,,112922,,,,,"""kPa
 """,,,,,,
 112922.402QQ01,Lauhteen talteenoton energia-
 mittaus,,,,,M,,,,,M,112922.402,,,,,M,,,,,112922,,M,,,,,
 """,,,,,,
 112922.402SCP01,Lämmöntalteenoton pumpun taajuusmuun-
 taja,M,,,,,M,112922.402P01,,,,,M,,,,,112922,,,,,M,
 """,,,,,,
 112922.402SCP01.DO,Lämmöntalteenoton pumpun taajuusmuuntajan ohjaus
 DO,,,,,M,,,,,112922.402SCP01,,,,,M,,,,,M,,,,,112922,,,,,"""%
 """,,,,,,M,,,,,
 112922.402SCP01.DI,Lämmöntalteenoton pumpun taajuusmuuntajan k-tila
 DI,,,,,112922.402SCP01,,,,,M,,,,,M,,,,,M,M,,112922,,,,,M
 """,,,,,,
 112922.402SCP01.DIA,Lämmöntalteenoton pumpun taajuusmuuntajan hälytys
 DIA,,M,,,,,112922.402SCP01,,,,,M,,,,,M,,,,,112922,,,,,M
 """,,,,,,
 112922.402SCP01.AO,Lämmöntalteenoton pumpun taajuusmuuntajan säätö
 AO,,,,,112922.402SCP01,,,,,M,,,,,M,,,,,112922,,,,,M,,
 """,,,,,,
 112922.402SCP01.AI,Lämmöntalteenoton pumpun taajuusmuuntajan mittaus
 AI,,,,,112922.402SCP01,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,,,,"""H
 z""",,,,,,M,,,,,
 112922.402SCP01.DI2,Lämmöntalteenoton pumpun virtasyötön k-tila
 DI,,,,,112922.402SCP01,,,,,M,,,,,M,,,,,M,M,,112922,,,,,M
 """,,,,,,
 112922.402SCP03,Lauhdeverkoston pumpun taajuusmuun-
 taja,M,,,,,M,112922.402P02,,,,,M,,,,,112922,,,,,M,
 """,,,,,,
 112922.402SCP03.DO,Lauhdeverkoston pumpun taajuusmuuntajan ohjaus
 DO,,,,,M,,,,,112922.402SCP03,,,,,M,,,,,M,,,,,112922,,,,,"""%
 """,,,,,,M,,,,,
 112922.402SCP03.DI,Lauhdeverkoston pumpun taajuusmuuntajan k-tila
 DI,,,,,112922.402SCP03,,,,,M,,,,,M,,,,,M,M,,112922,,,,,M
 """,,,,,,
 112922.402SCP03.DIA,Lauhdeverkoston pumpun taajuusmuuntajan hälytys
 DIA,,M,,,,,112922.402SCP03,,,,,M,,,,,M,,,,,112922,,,,,M
 """,,,,,,
 112922.402SCP03.AO,Lauhdeverkoston pumpun taajuusmuuntajan säätö
 AO,,,,,112922.402SCP03,,,,,M,,,,,M,,,,,112922,,,,,M,,
 """,,,,,,
 112922.402SCP03.AI,Lauhdeverkoston pumpun taajuusmuuntajan mittaus
 AI,,,,,112922.402SCP03,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,,,,"""H
 z""",,,,,,M,,,,,
 112922.402SCP03.DI2,Lauhdeverkoston pumpun virtasyötön k-tila
 DI,,,,,112922.402SCP03,,,,,M,,,,,M,,,,,M,M,,112922,,,,,M
 """,,,,,,
 112922.402SL01,Lauhteen talteenoton säi-
 liö,,,,,M,,M,,M,112922.402,,,,,112922,,,,,"""
 2000 L""",,,
 112922.402TE50.1,SL huippumit-
 taus,,,,,M,M,,,,,112922.402SL01,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,M,,
 """,°C""",,,,,,
 112922.402TE50.2,SL pohjamit-
 taus,,,,,M,,M,,M,112922.402SL01,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,M,,
 """,°C""",,,,,,
 112922.402TE51.1,Kylmälauhteen paluumittaus
 1,,,,,M,,M,,M,112922.402,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,M,,,"""°C"
 """,,,,,,

112922.402TE51.2,Kylmälauhteen paluumittaus
2,,,,,M,,,,M,,,,,112922.402,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,M,,, ""°C""
" ,,,,,,
112922.402TE51.3,Kylmälauhteen paluumittaus
3,,,,,M,,,,M,,,,,112922.402,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,M,,, ""°C""
" ,,,,,,
112922.402TE51.4,Kylmälauhteen paluumittaus
4,,,,,M,,,,M,,,,,112922.402,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,112922.402QQ
01,M,,, ""°C"" ,,,,,,
112922.402TE52.1,Kylmälauhteen tulomittaus
1,,,,,M,M,,,,,112922.402,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,M,,, ""°C""
" ,,,,,,
112922.402TE52.2,Kylmälauhteen tulomittaus
2,,,,,M,M,,,,,112922.402,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,M,,, ""°C""
" ,,,,,,
112922.402TE52.3,Kylmälauhteen tulomittaus
3,,,,,M,M,,,,,112922.402,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,M,,, ""°C""
" ,,,,,,
112922.402TE52.4,Kylmälauhteen tulomittaus
4,,,,,M,M,,,,,112922.402,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,112922.402QQ
01,M,,, ""°C"" ,,,,,,
112922.402TE61,SL poistomit-
taus,,,,,M,,,,M,,,,,112922.402,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,M,,, ""°
C"" ,,,,,,
112922.402TE62,SL tulomit-
taus,,,,,M,,,,M,,,,,112922.402,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,M,,, ""°
C"" ,,,,,,
112922.402TE70.1,Kylmälauhteen mit-
taus,,,,,M,,,,M,,,,,112922.402LS01,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,M,,,
""°C"" ,,,,,,
112922.403,Nestelauhdu-
tus,,,,,M,,,,,M,,,,,112922,,,,,
112922.403FV01,Nestejäähdytyspiirin talvi-
sulku,,,,,M,,,,M,,,,,112922.403,,,,,M,,100,0,,M,,,,,112922,,,,,"
""%"" ,M,,,,,
112922.403LS01,Lämmönsiir-
rin,,,,,M,,,,,M,112922.403,,,,,112922,,,,,
112922.403NJ01,Nestejäähdytin,,,,,M,M,M,,,,, ""140
kW"" ,M,112922.403,,,,,112922,,,,,
112922.403NJ01.DO,Nestejäähdyttimen ohjaus
DO,,,,,M,,,,,112922.403NJ01,,,,,M,,,,,112922,,,,,
/
112922.403NJ01.DI,Nestejäähdyttimen k-tila
DI,,,,,112922.403NJ01,,,,,M,,,,,112922,,,,,
112922.403NJ01.DIA,Nestejäähdyttimen hälytys
DIA,,M,,,,,112922.403NJ01,,,,,M,,,,,112922,,,,,
//
112922.403NJ01.AO,Nestejäähdyttimen säätö
AO,,,,,112922.403NJ01,,,,,M,,,,,112922,,,,,
112922.403P01,Nestejäähdytyspiirin
pumppu,,,,,M,,,,,M,112922.403,,,,,M,,,,,112922,,,,,
//
112922.403PE42,Painemit-
taus,,,,,M,,,,,112922.403,,,,,M,M,,,,,M,,112922,,,,, ""kPa
"" ,,,,,,
112922.403SCP01,Nestejäähdytyspiirin pumpun taajuusmuun-
taja,M,,,,,M,112922.403P01,,,,,M,,,,,112922,,,,,M,
,,,,

112922.403SCP01.DO,Nestejäähdytyspiirin pumpun taajuusmuuntajan ohjaus
DO,,,,,,,,M,,,,,,,,112922.403SCP01,,,,,,,,M,,,,,,,,M,,,,,,,,112922,,,,,"""%
""",,,M,,,
112922.403SCP01.DI,Nestejäähdytyspiirin pumpun taajuusmuuntajan k-tila
DI,,,,,,,,,,,,,112922.403SCP01,,,,,,,,M,,,,,,,,M,,,,,,,,M,M,,112922,,,,,M
,,,,,
112922.403SCP01.DIA,Nestejäähdytyspiirin pumpun taajuusmuuntajan häly-
tys
DIA,,M,,,,,,,,,,,,,112922.403SCP01,,,,,,,,,M,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,M
,,,,,
112922.403SCP01.AO,Nestejäähdytyspiirin pumpun taajuusmuuntajan säätö
AO,,,,,,,,,,,,,112922.403SCP01,,,,,,,,,M,,,,,,,,M,,,,,,,,,112922,,,,,M,,
,,,
112922.403SCP01.AI,Nestejäähdytyspiirin pumpun taajuusmuuntajan mit-
taus
AI,,,,,,,,,,,,,112922.403SCP01,,,,,,,,,M,,,,,,,,M,,,,,,,,M,,112922,,,,,"""H
z""",,,M,,,
112922.403SCP01.DI2,Nestejäähdytyspiirin pumpun virtasyötön k-tila
DI,,,,,,,,,,,,,112922.403SCP01,,,,,,,,,M,,,,,,,,M,,,,,,,,M,M,,112922,,,,,M
,,,,,
112922.403TE61,Nestejäähdytyspiirin tulomit-
taus,,,,,M,,,,M,,,,,112922.403,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,M,,, ""°
C""",,,,,,
112922.403TE62,Nestejäähdytyspiirin paluomit-
taus,,,,,M,,,,M,,,,,112922.403,,,,,M,,,,,M,,,,,M,,112922,,M,,, ""°
C""",,,,,,

Trio-tiedosto

Tässä liitteessä on esitetty projektin lopullinen Trio-formaatin tuotos.

```
id:112922
dis:Kohdekiinteistö
area:2500sqm.
geoAddr:Katuosoite, Paikkakunta, postinumero
geoCity:Paikkakunta
geoPostalCode:Postinumero
geoState:Maakunta
geoStreet:Katuosoite
primaryFunction:Grocery Store
site
tz:GMT+2
yearBuilt:2021
---
id:112922.101
dis:OVK-verkosto
equip
hot-water
siteRef:112922
---
id:112922.101FV01
dis:OVK-verkoston sekoitusventtiili
cur
equipRef:112922.101
his
hot-water
maxVal:100
minVal:0
mixing
point
siteRef:112922
unit:%
valve
---
id:112922.101P01
dis:OVK-verkoston pumppu
equip
equipRef:112922.101
hot-water
pump
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.101SCP01
dis:OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntaja
ac-elec
equip
equipRef:112922.101P01
hot-water
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.101SCP01.DO
dis:OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan ohjaus DO
cmd
equipRef:112922.101SCP01
hot-water
point
siteRef:112922
unit:%
vfd-speed
```

```
---
id:112922.101SCP01.DI
dis:OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan k-tila DI
equipRef:112922.101SCP01
hot-water
point
run
sensor
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.101SCP01.DIA
dis:OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan hälytys DIA
alarm
equipRef:112922.101SCP01
hot-water
point
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.101SCP01.AO
dis:OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan säätö AO
equipRef:112922.101SCP01
hot-water
point
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.101SCP01.AI
dis:OVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan mittaus AI
equipRef:112922.101SCP01
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
unit:Hz
vfd-freq
---
id:112922.101SCP01.DI2
dis:OVK-verkoston pumpun virtasyötön k-tila DI
equipRef:112922.101SCP01
hot-water
point
run
sensor
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.101PDE01
dis:OVK-verkoston paine-eromittaus
equipRef:112922.101
hot-water
point
pressure
sensor
siteRef:112922
unit:kPa
---
id:112922.101TE41
dis:OVK-verkoston tulomittaus
```

```
cur
equipRef:112922.101
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.101TE42
dis:OVK-verkoston paluumittaus
cur
equipRef:112922.101
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.102
dis:IV-verkosto
equip
hot-water
siteRef:112922
---
id:112922.102FV01
dis:Sekoitusventtiili
cur
equipRef:112922.102
his
hot-water
maxVal:100
minVal:0
mixing
point
siteRef:112922
unit:%
valve
---
id:112922.102P01
dis:IV-verkoston pumppu
equip
equipRef:112922.102
hot-water
pump
siteRef:112922
---
id:112922.102SCP01
dis:IV-verkoston pumpun taajuusmuuntaja
ac-elec
equip
equipRef:112922.102P01
hot-water
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.102SCP01.DO
```

```
dis:IV-verkoston pumpun taajuusmuuntajan ohjaus DO
cmd
equipRef:112922.102SCP01
hot-water
point
siteRef:112922
unit:%
vfd-speed
---
id:112922.102SCP01.DI
dis:IV-verkoston pumpun taajuusmuuntajan k-tila DI
equipRef:112922.102SCP01
hot-water
point
run
sensor
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.102SCP01.DIA
dis:IV-verkoston pumpun taajuusmuuntajan hälytys DIA
alarm
equipRef:112922.102SCP01
hot-water
point
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.102SCP01.AO
dis:IV-verkoston pumpun taajuusmuuntajan säätö AO
equipRef:112922.102SCP01
hot-water
point
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.102SCP01.AI
dis:IV-verkoston pumpun taajuusmuuntajan mittaus AI
equipRef:112922.102SCP01
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
unit:Hz
vfd-freq
---
id:112922.102SCP01.DI2
dis:IV-verkoston pumpun virtasyötön k-tila DI
equipRef:112922.102SCP01
hot-water
point
run
sensor
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.102PDE01
dis:IV-verkosto paine-eromittaus
equipRef:112922.102
hot-water
```

```
point
pressure
sensor
siteRef:112922
unit:kPa
---
id:112922.102TE41
dis:IV-verkoston tulomittaus
cur
equipRef:112922.102
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.102TE42
dis:IV-verkoston paluumittaus
cur
equipRef:112922.102
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.130
dis:LPU-järjestelmä
equip
siteRef:112922
water
---
id:112922.130FV01
dis:Vaihtuventtiili
cur
equipRef:112922.130
his
hot-water
maxVal:100
minVal:0
point
siteRef:112922
unit:%
valve
---
id:112922.130FV04
dis:Vaihtuventtiili
cur
equipRef:112922.130
his
hot-water
maxVal:100
minVal:0
point
siteRef:112922
unit:%
```

```
valve
---
id:112922.130LPU01
dis:Lämpöpumppu
ac-elec
chilled
chilled-water
chilled-water-output
elec-power:35,5kW
equip
equipRef:112922.130
hot-water
hot-water-output
modbus
reheats
siteRef:112922
---
id:112922.130P01
dis:Lauhdepumppu P01
equip
equipRef:112922.130LPU01
hot-water
pump
siteRef:112922
---
id:112922.130P02
dis:Keruupumppu P02
chilled-water
equip
equipRef:112922.130LPU01
pump
siteRef:112922
---
id:112922.130PE42
dis:Painemittaus LV22
equipRef:112922.130
hot-water
point
pressure
sensor
siteRef:112922
---
id:112922.130QQ01
dis:Lauhteen tuotetun energian mittaus
equip
equipRef:112922.130
hot-water
modbus
siteRef:112922
thermal
---
id:112922.130QQ03
dis:Nestejäähdyttimellä lauhdutettu energia
equip
equipRef:112922.130
hot-water
modbus
siteRef:112922
thermal
---
```


id:112922.130SK01
dis:Sähkökattila
ac-elec
elecHeating
elec-power:90 kW
equipRef:112922.130
equip
hot-water
hot-water-output
reheats
siteRef:112922
volume:0,06m³

id:112922.130SK01.DIA
dis:Sähkökattila hälytys DIA
alarm
equipRef:112922.130SK01
point
siteRef:112922

id:112922.130SK01.AI
dis:Sähkökattila säätö AI
equipRef:112922.130SK01
point
siteRef:112922

id:112922.130SK01.AO
dis:Sähkökattila mittaus AO
equipRef:112922.130SK01
point
siteRef:112922

id:112922.130TE11
dis:LPU tulomittaus
cur
equipRef:112922.130QQ01
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
submeterOf:112922.130QQ01
temp
unit:°C

id:112922.130TE12
dis:LPU paluumittaus
cur
equipRef:112922.130QQ01
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
submeterOf:112922.130QQ01
temp
unit:°C

id:112922.130TE15
dis:403 Lämmönsiirtimen tulomittaus

```
cur
equipRef:112922.130QQ03
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
submeterOf:112922.130QQ03
temp
unit:°C
---
id:112922.130TE16
dis:403 Lämmönsiirtimen paluumittaus
cur
equipRef:112922.130QQ03
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
submeterOf:112922.130QQ03
temp
unit:°C
---
id:112922.130TE40.1
dis:Vesivaraajan mittaus 1
cur
equipRef:112922.130VS01
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.130TE40.2
dis:Vesivaraajan mittaus 2
cur
equipRef:112922.130VS01
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.130TE41
dis:Vesivaraajan ulostulomittaus
cur
equipRef:112922.130
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
```

id:112922.130TE42
dis:Sähkökattilan poistomittaus
cur
equipRef:112922.130
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C

id:112922.130TE42.1
dis:Vesivaraajan poistomittaus
cur
equipRef:112922.130
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C

id:112922.130TE42.11
dis:Sähkökattilan poistomittaus 2
cur
equipRef:112922.130
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C

id:112922.130TE43
dis:IV-/OVK-verkoston paluumittaus
cur
equipRef:112922.130
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C

id:112922.130TE61
dis:403 Lämmönsiirtimen tulomittaus
cur
equipRef:112922.130
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C

id:112922.130TE62
dis:403 Lämmönsiirtimen paluumittaus
cur
equipRef:112922.130
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C

id:112922.130VS01
dis:Vesivaraaja
equip
equipRef:112922.130
hot-water
siteRef:112922
volume:1000L

id:112922.200
dis:LKV tuotto
equip
hot-water
siteRef:112922

id:112922.200VS01
dis:Vesivaraaja
equip
equipRef:112922.200
hot-water
siteRef:112922
volume:1000L

id:112922.200SV01
dis:Varaajasäiliön lämmitysvastus 1
elecHeating
equipRef:112922.200VS01
hot-water
point
siteRef:112922

id:112922.200SV02
dis:Varaajasäiliön lämmitysvastus 2
elecHeating
equipRef:112922.200VS01
hot-water
point
siteRef:112922

id:112922.200TE30.1
dis:LKV tuotto huippumittaus
cur
equipRef:112922.200
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
temp

```
unit:°C
---
id:112922.200TE30.2
dis:LKV tuotto pohjamittaus
cur
equipRef:112922.200
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.201
dis:LKV
equip
hot-water
siteRef:112922
---
id:112922.201FV01
dis:Sekoitusventtiili
chilled-water
cur
equipRef:112922.201
his
hot-water
maxVal:100
minVal:0
mixing
point
siteRef:112922
unit:%
valve
---
id:112922.201P01
dis:LKV pumppu
equip
equipRef:112922.201
hot-water
pump
siteRef:112922
---
id:112922.201SCP01
dis:LVK-verkoston pumpun taajuusmuuntaja
ac-elec
equip
equipRef:112922.201P01
hot-water
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.201SCP01.DO
dis:LVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan ohjaus DO
cmd
equipRef:112922.201SCP01
hot-water
point
siteRef:112922
unit:%
```

```
vfd-speed
---
id:112922.201SCP01.DI
dis:LVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan k-tila DI
equipRef:112922.201SCP01
hot-water
point
run
sensor
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.201SCP01.DIA
dis:LVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan hälytys DIA
alarm
equipRef:112922.201SCP01
hot-water
point
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.201SCP01.AO
dis:LVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan säätö AO
equipRef:112922.201SCP01
hot-water
point
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.201SCP01.AI
dis:LVK-verkoston pumpun taajuusmuuntajan mittaus AI
equipRef:112922.201SCP01
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
unit:Hz
vfd-freq
---
id:112922.201SCP01.DI2
dis:LVK-verkoston pumpun virtasyötön k-tila DI
equipRef:112922.201SCP01
hot-water
point
run
sensor
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.201TE31
dis:LV42 mittaus
cur
equipRef:112922.201
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
```

```
---
id:112922.201TE32
dis:LVK28 mittaus
cur
equipRef:112922.201
his
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.201TE33
dis:KV42 mittaus
chilled-water
cur
equipRef:112922.201
his
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.201VM01
dis:LKV vesimittari
chilled-water
equipRef:112922.201
flow-meter
point
sensor
siteRef:112922
unit:m³/h
---
id:112922.201VM02
dis:LKV täytön vesimittari
equipRef:112922.201
flow-meter
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
unit:m³/h
---
id:112922.402
dis:Lauhteen talteenotto
chilled-water
equip
siteRef:112922
---
id:112922.402LS01
dis:Lämmönsiirrin
chilled-water
equip
equipRef:112922.402
siteRef:112922
---
id:112922.402P01
dis:Lämmöntalteenoton kiertopumppu
```

```
chilled-water
equip
equipRef:112922.402
pump
siteRef:112922
---
id:112922.402P02
dis:Ilmanvaihdon jäähdytysverkoston pumppu
chilled-water
equip
equipRef:112922.402
pump
siteRef:112922
---
id:112922.402FV01
dis:Sekoitusventtiili
chilled-water
cur
equipRef:112922.402
his
maxVal:100
minVal:0
mixing
point
siteRef:112922
unit:%
valve
---
id:112922.402PDE01
dis:IV-jäähdytyksen paine-eromittaus
chilled-water
equipRef:112922.402
point
pressure
sensor
siteRef:112922
unit:kPa
---
id:112922.402PE01
dis:402 Painemittaus
chilled-water
equipRef:112922.402
point
pressure
sensor
siteRef:112922
unit:kPa
---
id:112922.402QQ01
dis:Lauhteen talteenoton energiamittaus
cool-water
equip
equipRef:112922.402
modbus
siteRef:112922
thermal
---
id:112922.402SCP01
dis:Lämmöntalteenoton pumpun taajuusmuuntaja
ac-elec
```



```
equip
equipRef:112922.402P01
hot-water
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.402SCP01.DO
dis:Lämmöntalteenoton pumpun taajuusmuuntajan ohjaus DO
cmd
equipRef:112922.402SCP01
hot-water
point
siteRef:112922
unit:%
vfd-speed
---
id:112922.402SCP01.DI
dis:Lämmöntalteenoton pumpun taajuusmuuntajan k-tila DI
equipRef:112922.402SCP01
hot-water
point
run
sensor
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.402SCP01.DIA
dis:Lämmöntalteenoton pumpun taajuusmuuntajan hälytys DIA
alarm
equipRef:112922.402SCP01
hot-water
point
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.402SCP01.AO
dis:Lämmöntalteenoton pumpun taajuusmuuntajan säätö AO
equipRef:112922.402SCP01
hot-water
point
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.402SCP01.AI
dis:Lämmöntalteenoton pumpun taajuusmuuntajan mittaus AI
equipRef:112922.402SCP01
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
unit:Hz
vfd-freq
---
id:112922.402SCP01.DI2
dis:Lämmöntalteenoton pumpun virtasyötön k-tila DI
equipRef:112922.402SCP01
hot-water
point
run
sensor
```

```
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.402SCP03
dis:Lauhdeverkoston pumpun taajuusmuuntaja
ac-elec
equip
equipRef:112922.402P01
hot-water
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.402SCP03.DO
dis:Lauhdeverkoston pumpun taajuusmuuntajan ohjaus DO
cmd
equipRef:112922.402SCP03
hot-water
point
siteRef:112922
unit:%
vfd-speed
---
id:112922.402SCP03.DI
dis:Lauhdeverkoston pumpun taajuusmuuntajan k-tila DI
equipRef:112922.402SCP03
hot-water
point
run
sensor
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.402SCP03.DIA
dis:Lauhdeverkoston pumpun taajuusmuuntajan hälytys DIA
alarm
equipRef:112922.402SCP03
hot-water
point
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.402SCP03.AO
dis:Lauhdeverkoston pumpun taajuusmuuntajan säätö AO
equipRef:112922.402SCP03
hot-water
point
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.402SCP03.AI
dis:Lauhdeverkoston pumpun taajuusmuuntajan mittaus AI
equipRef:112922.402SCP03
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
unit:Hz
vfd-freq
---
id:112922.402SCP03.DI2
```

```
dis:Lauhdeverkoston pumpun virtasyötön k-tila DI
equipRef:112922.402SCP03
hot-water
point
run
sensor
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.402SL01
dis:Lauhteen talteenoton säiliö
chilled-water
cool-water
equip
equipRef:112922.402
siteRef:112922
volume:2000L
---
id:112922.402TE50.1
dis:SL huippumittaus
cool-water
cur
equipRef:112922.402SL01
his
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.402TE50.2
dis:SL pohjamittaus
chilled-water
cur
equipRef:112922.402SL01
his
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.402TE51.1
dis:Kylmälauhteen paluumittaus 1
chilled-water
cur
equipRef:112922.402
his
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.402TE51.2
dis:Kylmälauhteen paluumittaus 2
chilled-water
cur
equipRef:112922.402
his
```

```
point
siteRef:112922
sensor
temp
unit:°C
---
id:112922.402TE51.3
dis:Kylmälauhteen paluumittaus 3
chilled-water
cur
equipRef:112922.402
his
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.402TE51.4
dis:Kylmälauhteen paluumittaus 4
chilled-water
cur
equipRef:112922.402QQ01
his
point
sensor
siteRef:112922
submeterOf:112922.402QQ01
temp
unit:°C
---
id:112922.402TE52.1
dis:Kylmälauhteen tulomittaus 1
cool-water
cur
equipRef:112922.402
his
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.402TE52.2
dis:Kylmälauhteen tulomittaus 2
cool-water
cur
equipRef:112922.402
his
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.402TE52.3
dis:Kylmälauhteen tulomittaus 3
cool-water
cur
equipRef:112922.402
```

```
his
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.402TE52.4
dis:Kylmälauhteen tulomittaus 4
cool-water
cur
equipRef:112922.402QQ01
his
point
sensor
siteRef:112922
submeterOf:112922.402QQ01
temp
unit:°C
---
id:112922.402TE61
dis:SL poistomittaus
chilled-water
cur
equipRef:112922.402
his
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.402TE62
dis:SL tulomittaus
chilled-water
cur
equipRef:112922.402
his
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.402TE70.1
dis:Kylmälauhteen mittaus
chilled-water
cur
equipRef:112922.402LS01
his
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.403
dis:Nestelauhdutus
chilled-water
equip
```

```
siteRef:112922
---
id:112922.403FV01
dis:Nestejäähdytyspiirin talvisulku
chilled-water
cur
equipRef:112922.403
his
maxVal:100
minVal:0
point
siteRef:112922
unit:%
valve
---
id:112922.403LS01
dis:Lämmönsiirrin
chilled-water
equip
equipRef:112922.403
siteRef:112922
---
id:112922.403NJ01
dis:Nestejäähdyttin
chilled
chilled-water
chilled-water-output
elec-power:140 kW
equip
equipRef:112922.403
siteRef:112922
---
id:112922.403NJ01.DO
dis:Nestejäähdyttimen ohjaus DO
cmd
equipRef:112922.403NJ01
point
siteRef:112922
---
id:112922.403NJ01.DI
dis:Nestejäähdyttimen k-tila DI
equipRef:112922.403NJ01
point
siteRef:112922
---
id:112922.403NJ01.DIA
dis:Nestejäähdyttimen hälytys DIA
alarm
equipRef:112922.403NJ01
point
siteRef:112922
---
id:112922.403NJ01.AO
dis:Nestejäähdyttimen säätö AO
equipRef:112922.403NJ01
point
siteRef:112922
---
id:112922.403P01
dis:Nestejäähdytyspiirin pumppu
```

chilled-water
equip
equipRef:112922.403
pump
siteRef:112922

id:112922.403PE42
dis:Painemittaus
chilled-water
equipRef:112922.403
point
pressure
sensor
siteRef:112922
unit:kPa

id:112922.403SCP01
dis:Nestejäähdytyspiirin pumpun taajuusmuuntaja
ac-elec
equip
equipRef:112922.402P01
hot-water
siteRef:112922
vfd

id:112922.403SCP01.DO
dis:Nestejäähdytyspiirin pumpun taajuusmuuntajan ohjaus DO
cmd
equipRef:112922.403SCP01
hot-water
point
siteRef:112922
unit:%
vfd-speed

id:112922.403SCP01.DI
dis:Nestejäähdytyspiirin pumpun taajuusmuuntajan k-tila DI
equipRef:112922.403SCP01
hot-water
point
run
sensor
siteRef:112922
vfd

id:112922.403SCP01.DIA
dis:Nestejäähdytyspiirin pumpun taajuusmuuntajan hälytys DIA
alarm
equipRef:112922.403SCP01
hot-water
point
siteRef:112922
vfd

id:112922.403SCP01.AO
dis:Nestejäähdytyspiirin pumpun taajuusmuuntajan säätö AO
equipRef:112922.403SCP01
hot-water
point
siteRef:112922

```
vfd
---
id:112922.403SCP01.AI
dis:Nestejäähdytyspiirin pumpun taajuusmuuntajan mittauss AI
equipRef:112922.403SCP01
hot-water
point
sensor
siteRef:112922
unit:Hz
vfd-freq
---
id:112922.403SCP01.DI2
dis:Nestejäähdytyspiirin pumpun virtasyötön k-tila DI
equipRef:112922.403SCP01
hot-water
point
run
sensor
siteRef:112922
vfd
---
id:112922.403TE61
dis:Nestejäähdytyspiirin tulomittaus
chilled-water
cur
equipRef:112922.403
his
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
---
id:112922.403TE62
dis:Nestejäähdytyspiirin paluumittaus
chilled-water
cur
equipRef:112922.403
his
point
sensor
siteRef:112922
temp
unit:°C
```