

Tiia Jyrkänne

AUTOMAATIO SUUNNITTELUN MALLIT IETOKANNAN KEHITYS

Opinnäytetyö

Energiatekniikan koulutus

2023



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Tiia Jyrkänne
Työn nimi	Automaatiosuunnittelun mallitietokannan kehitys
Toimeksiantaja	AFRY Finland Oy
Vuosi	2023
Sivut	39 sivua, liitteitä 1 sivu
Työn ohjaaja(t)	Merja Mäkelä (XAMK), Jukka Mäkelä (AFRY Finland Oy)

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan teollisuuden suunnitteluyrityksen suunnitteluprojektin elinkaarimallia ja yrityksen omaa suunnittelutyökaluympäristöä. Suunnittelun toimitusvaihe sisältää useita askeleita, joissa viedään suunnittelua eteenpäin. Askeleet etenevät konseptisuunnittelusta ja kannattavuustutkimuksesta tarkempiin suunnitteluvaiheisiin ja päättyen detaljisuunnitteluun, jossa tuotetaan dokumentit laitoksen rakentamista varten. Projektisuunnittelussa käytetään suunnittelutyökaluja, joiden tarkoitus on mahdollistaa laitoksen tiedontallennus ja -jakaminen turvallisesti ja tehokkaasti. Tietoturva hoidetaan jakamalla käyttö- ja muokkausoikeuksia vain niitä tarvitseville henkilöille. Projekteissa käsitellään suuria määriä dataa, lähtötietojen luominen projektille vie suuren osan ajasta suunnittelun alussa.

Suunnittelutyökalut toimivat selaimessa, joten niiden käyttöön ei tarvita erillisiä koneelle ladattavia sovelluksia ja kaikki pääsevät käyttämään niitä tarvittaessa. Toimeksiantajayrityksen oma ProElina-tietokanta on suunnittelutyökaluympäristön keskeisin sovellus. Kaikki muut sovellukset käyttävät tietokannan yhtä samaa dataa. Tämä vähentää virheitä suunnittelutiedoissa, kun tiedolla ei ole useita lähteitä tai kopioita. Suunnitteluympäristö sisältää tietokannan, toimintakuvausten luonnin, raportoinnin, datasiirron, tiedonjaon ja AutoCAD-pohjaisen piirtotyökalun sovellukset. Datakirjastojen luomiseen menee paljon aikaa ja vaihtoehtoisesti datakirjastoja voidaan kopioida toisista projekteista pohjaksi, mutta ne sisältävät projektikohtaista vaihtelua ja näin sisältävät virheellistä tietoa. Kun datakirjastoja kopioidaan, joudutaan ne käymään läpi korjaten virheelliset tiedot, mikä vie paljon aikaa.

Kehitystyö aloitettiin luomalla toimeksiantajayritykselle uusi projekti ja sille oma kotisivu, koska työkaluympäristöt tarvitsevat oman projektin, jonka alla ne toimivat ja mihin ne on liitetty. Alkuun päätettiin kehitystyön rajauksesta, joka rajattiin automaatiosuunnitteluun ja datakirjastojen osalta yleisimpiin käytettyihin komponentteihin sekä niille tarvittaville taustatiedoille. Kehitystyössä luotiin datakirjastoja automaatiosuunnittelun tarpeisiin, jotka voidaan kopioida pohjaksi uusille projekteille. Malliprojektiin luotiin yleisiä komponenttimalleja ja näin saatiin tuotettua datakirjastoja, joita voidaan kopioida uusien projektien mallipohjaksi vähentäen datan tarkistusta. Näitä datakirjastoja voidaan hyödyntää tulevaisuuden projekteissa.

Asiasanat: projektimalli, tietokanta, automaatiosuunnittelu, suunnittelutyökalut

Degree title	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Tiia Jyrkänne
Thesis title	Model database development for automation design
Commissioned by	AFRY Finland Oy
Time	2023
Pages	39 pages, 1 page of appendices
Supervisor	Merja Mäkelä (XAMK), Jukka Mäkelä (AFRY Finland Oy)

ABSTRACT

This thesis discusses the life cycle model of a design project of an engineering company for industrial plants and the company's own design tool environment. The delivery phase includes several steps in which the planning of the project is taken forward consistently. The steps go from conceptual engineering and feasibility study to more detailed design steps, and ending in detail engineering when the documents are made for the actual implementation of the plant. Project engineering uses design tools to enable the plant's data to be stored and shared safely and efficiently. The data is secured by sharing access and editing rights only to those who need them. Projects process large amounts of data and in the beginning of the design process creating input data for the project takes a large part of the time.

The design tools work in the browser so there is no need for separate apps to download to computers, and everyone can access them as needed. The company's own ProElina database is the central application in the design tool environment. All other applications use the same data in the database. This reduces errors in the design data since the data does not have multiple sources or copies. The design environment includes a database, functional description creation, reporting, data transferring, data sharing and AutoCAD-based drawing applications. Creating data libraries takes much time. As an alternative way, data libraries can be copied from other projects as a base, but they contain project-specific variation and thus incorrect information. In case of copying the data libraries, they need to be thoroughly examined to correct the incorrect data, and this takes much time.

The development work started by creating a new project for a company and a project home page, because the design tool environment needs its own project in which the environment and the tools should be put and used. The development work was restricted to automation engineering in plants, and it was limited to most common components used, their data libraries and background information for them. The data libraries were created for automation engineering needs which can be copied as a basis for new projects. Common component models were created for the model project, and this enabled the production of data libraries that can be copied to new projects as a base, reducing data revision. These data libraries can be used in future projects.

Keywords: project model, database, automation design, design tools

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	SUUNNITTELUPROJEKTIN ELINKAARI	6
2.1	Toimitusprojektin vaiheet	6
2.2	Automaatio- ja instrumentointisuunnittelu	10
3	PROJEKTIN SUUNNITTELUTYÖKALUT	13
3.1	Suunnittelutietokanta ProElina	13
3.2	Suunnitteluympäristö Virtual Site	17
4	AUTOMAATIOTIETOKANNAN KEHITYS	20
4.1	Projektin kotisivun luonti	21
4.2	Määrittelyt ja lähtötiedot ProElina-tietokantaan	23
4.3	Automaation datakirjastojen luonti	26
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	38
	LÄHTEET	40
	LIITTEET	

Liite 1. Metadatakoodaus tiedonsiirrossa

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on kehittää tietokantaan malleja automaatio-suunnittelun helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi. Toteutusprojektissa saattaa olla piirejä sadasta muutamaan sataan tai jopa tuhansiin, joten laitoskohtaista dataa on suuria määriä. Tiedonhallinnan tärkeimpiä tehtäviä on jakaa viimeisin päivitetty tieto suunnittelijoille sekä varmistaa tiedon turvallinen käsittely. Tiedonhallintajärjestelmän toimivuus ja datan oikeellisuus ovat tärkeitä osia suunnittelun etenemisessä. Opinnäytetyön tilaajana on AFRY Finland Oy, joka on suunnittelu- ja konsultointiyritys ja jossa työskentelee rakennetun ympäristön, teollisuuden ja energian asiantuntijoita.

Tällä hetkellä vanhojen automaatioprojektien tietokannoissa täytetyt tiedot ovat vaihtelevia ja kaikki on luotu eri tyyleillä riippuen luojasta. Suunnittelun nopeuttamiseksi saatetaan vanhoista projekteista kopioida datakirjastoja mallipohjaksi, mutta yleensä ne eivät ole täysin vastaavia uuden projektin kanssa. Varsinkin alustavan vaiheen suunnittelussa, kun tarvitaan vain tiettyjä yleisiä tietoja, joudutaan tietoja poistamaan ja muuttamaan, koska tiedoissa on toistaiseksi ylimääräistä virheellistä tietoa. Niin sanottujen tyhjien mallien luominen selkeyttää ja nopeuttaa suunnittelun eteenpäin viemistä sekä vähentää virheellisten tietojen riskin määrää. Opinnäytetyössä luodaan malliprojekti ja sinne mallidatakirjastoja. Mallidatakirjastoon luodaan toiminnalliset määritykset, kytkennät ja komponentit. Työ rajataan yleisiin komponentteihin, kytkentöihin, asennustyyppikuviin ja niiden määrityksiin, jolloin datakirjastoissa ei ole valmistajakohtaisia komponentteja. Tämä mahdollistaa datakirjastojen käytön kaikkien projektien mallipohjana ja tietoja on helppo lisätä niiden pohjalta.

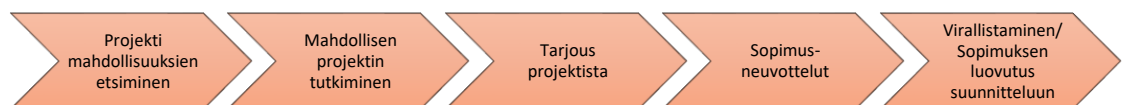
AFRY on saanut alkunsa 2019, kun Ruotsissa perustettu ÅF osti Suomessa perustetun Pöyry Oyj:n. Konsernin nimi muuttui AFRY:ksi vuonna 2019. Uusi nimi on johdettu molemmista vanhoista nimistä. Yrityksellä on toimistoja 40 maassa, projekteja tehdään 100 maassa ja pääkonttori on Tukholmassa. Globaalisti työntekijöitä on 19 000, Suomessa on noin 2 800 asiantuntijaa. Yrityksen toimialat on jaettu kuuteen divisioonaan: prosessiteollisuus, rakennettu ympäristö, energia, liikkeenjohdon konsultointi sekä teolliset ja digitaaliset ratkaisut. (Tietoa meistä 2023.)

2 SUUNNITTELUPROJEKTIN ELINKAARI

Suunnitteluprojektien elinkaari on perusteiltaan aina samantyylinen. Jos asiakkaalla ei ole omaa projektin suunnittelun toteutusmallia, käytetään suunnitteluyrityksen omaa suunnittelun standardimallia projektin suunnittelussa. Standardimallin seuraaminen selkeyttää projektiaikataulun laatimista ja projektin etenemisen seuraamista. Toimitusprojektin suunnittelun laadunvalvontaa suoriteetaan joka vaiheessa. Kaikki dokumentit tarkistutetaan ja hyväksytetään eri henkilöllä kuin dokumenttien alkuperäinen suunnittelija. Suunnittelun joka vaiheessa asiakas hyväksyy dokumentoinnit ja suunnitelmat ennen seuraavaan vaiheeseen siirtymistä.

2.1 Toimitusprojektin vaiheet

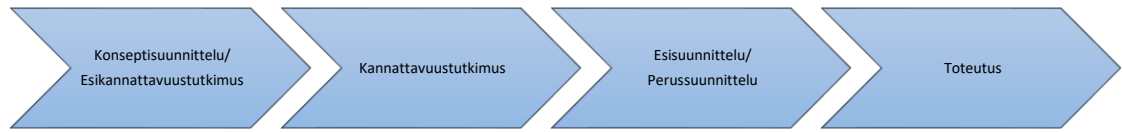
AFRY:n prosessiteollisuuden divisioonan (PID FI) projektimallissa on päävaiheina myyntivaihe ja toimitusvaihe, jotka sisältävät useita askeleita. Myyntivaiheessa kartoitetaan mahdollisia projektinäkymiä ja asiakkaita (Kuva 1). Kun mahdollinen projekti on löytynyt, se lähetetään oikeaa osaamista omaavalle osastolle myyntivastaavalle. Tässä askeleessa myyntivastaava tutkii mahdollisen projektin potentiaalia tarkemmin, selvittää sen menestymisen edellytyksiä ja sitä, onko projektin toteuttamiseen vaadittavaa pätevyyttä ja osaamista. Tarkemman tutkimisen jälkeen projekti todetaan joko kannattavaksi tai se hylätään. (Helin 2023, 10–25; Pelin 2011.)



Kuva 1. Myyntivaiheen askeleet

Seuraavassa vaiheessa, jos projekti todetaan kannattavaksi, projektin mahdollisuuksia tutkitaan tarkemmin ja projektille etsitään asiakasta. Jos saadaan tarjouspyyntö tai hintapyyntö suoraan asiakkaalta, alkaa kyseisen projektin vaiheet tästä. Kun projekti ja asiakas on olemassa, voidaan tehdä tarjous projektista. Tässä vaiheessa neuvotellaan sopimuksen ehdoista, kun sopimuksen sisällöstä ja vastuista päästään sopimukseen virallistetaan sopimus. Virallinen

sopimus luovutetaan suunnitteluun ja tästä alkaa toimitusvaihe (kuva 2). (Helin 2023, 10–25; Pelin 2011.)



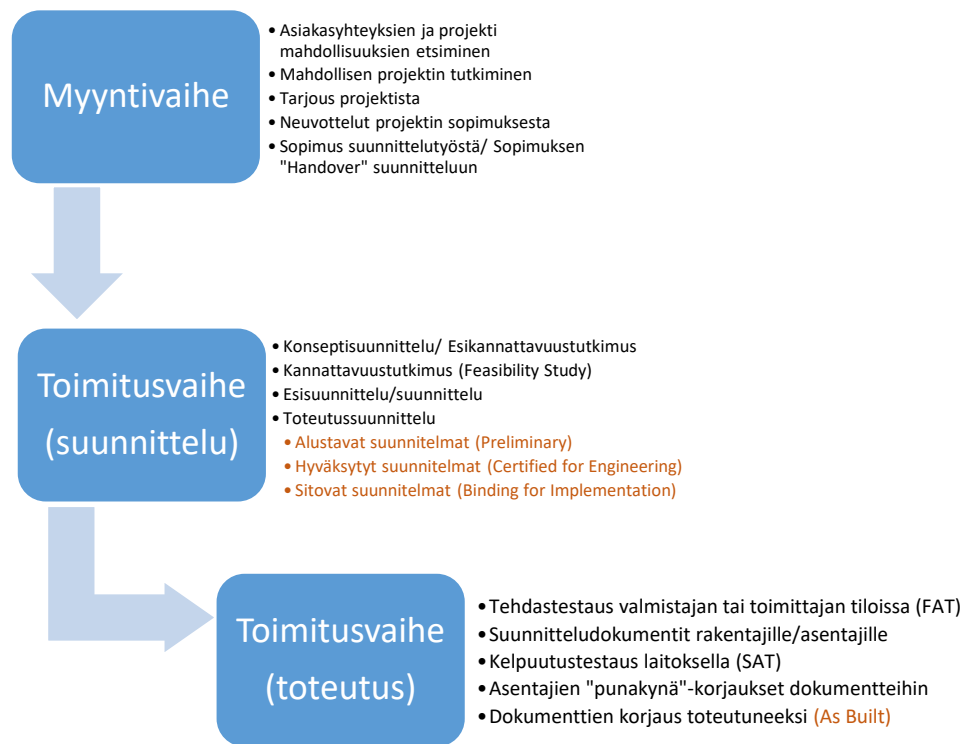
Kuva 2. Toimitusvaiheen toteutuksen askeleet

Toimitusvaihe koostuu projektin aloitus- ja suunnittelu-, toteutus- sekä lopetusvaiheista. Toteutusvaiheen suunnittelu sisältää projektin esisuunnittelun FEL-vaiheita (Fron-End Loading), joita on kolme. FEL1-vaihe koostuu konseptisuunnittelusta ja esikannattavuustutkimuksesta. Tämä tarkoittaa tuotantolaitoksen suuripiirteistä suunnitelmaa, joka sisältää tehtaan koon, sijainnin ja laajan yleissuunnitelman käytettävästä teknologiasta. (Helin 2023, 26–46; Pelin 2011.)

FEL2-vaihe koostuu kannattavuustutkimuksesta ja joissain tapauksissa myös esisuunnittelusta. Kannattavuustutkimuksessa arvioidaan suunniteltavan tuotantolaitoksen toimintaa ja prosesseja sekä projektin toteuttamiskelpoisuutta. Tutkimus kattaa yleispätevät suunnitelmat teknisistä, taloudellisista, markkinallisista ja toiminnallisesta toteutuksesta. (Helin 2023, 26–46; Pelin 2011; Mäkelä 2019.)

FEL3-vaihe kattaa esisuunnittelun ja perussuunnittelun. Esisuunnittelu voidaan tehdä osana kannattavuustutkimusta tai omana suunnitteluvaiheenaan, jossa suunnitellaan prosessien toteutustapoja. Jos olemassa olevaa tuotantolaitoksen prosessia päivitetään, esisuunnitteluvaiheessa tutkitaan laitoksen tiloja ja prosesseja. Tutkimisen jälkeen etsitään niihin toteutuskelpoisia ratkaisuja, joita voidaan yhteensovittaa olemassa oleviin prosesseihin. Perussuunnittelu sisältää tarkan kustannusarvion ja teknisen perussuunnittelun. Tämän vaiheen jälkeen asiakas tekee lopullisen ratkaisun projektin toteuttamisesta. (Helin 2023, 26–46; Pelin 2011.)

Toteutussuunnittelussa suunnitellaan edellisten vaiheiden dokumenttien pohjalta prosessien yksityiskohdat, jotta saadaan tuotettua tarkat dokumentit toteutukseen. Nämä dokumentit vahvistetaan vaiheissa: alustavat, hyväksytyt ja sitovat suunnitelmat sekä toteutuneet. Alustavat dokumentit hyväksytetään asiakkaalla, jonka jälkeen dokumentit muuttuvat hyväksytyiksi suunnitteluun. Hyväksytyjä dokumentteja tarkennetaan ja suunnittelua viedään kohti lopullista toteutustapaa. Kun asiakas hyväksyy viimeiset versiot laskelmista, dokumenteista ja kaaviosta, ne muuttuvat sitoviksi toteutukseen. Sitovat dokumentit lähetetään rakentajille, kone-, laite-, automaatio- ja sähköasentajille rakennus- ja asennusdokumenteiksi. (Helin 2023; Pelin 2011.)



Kuva 3. Myynti- ja toimitusvaiheiden askeleita ja toimia (Jyrkänne ym. 2023, 61)

Toimitusvaiheen toteutuksessa tehdään testauksia laitteille ennen ja jälkeen asennuksen (Kuva 3). Tehdastestauksessa (FAT) laitevalmistaja varmistaa tehdastestauksella laitteiden toiminnan ja dokumentoi testauksen. Testaus tehdään laitevalmistajan tai -toimittajan tiloissa ja testidokumentit annetaan asiakkaalle laitetoimituksen yhteydessä. Kelpuutustestaus (SAT) tehdään tuotantolaitoksella asennusten jälkeen, jotta voidaan varmistaa laitteiden toimivan vaaditulla tavalla. Kun asentajat asentavat koneita, laitteita ja kaapelointeja,

rakennus- ja asennusdokumentit merkitään asentajien toimesta vastaamaan toteutunutta asennusta. Näitä dokumentteja kutsutaan punakynädokumenteiksi, ne palautetaan suunnittelijoille, jotka korjaavat dokumentit vastaamaan toteutuneita asennuksia. Tässä vaiheessa dokumentit saavat viimeisen vahvistuksen ja dokumentit ovat kuten rakennettu dokumentteja. Nämä dokumentit toimivat tuotantolaitoksen operaattoreiden ja kunnossapidon ohjeina, sekä mahdollisten tulevaisuuden päivitysten pohjatietoina. (Helin 2023; Pelin 2011.)

Eri suunnitteluosastot tekevät yhteistyötä ja toteuttavat projektin suunnittelua lomittain eteenpäin. Suunnittelua ohjaa yrityksen laatustandardit, asiakkaan ohjeistus ja standardit, sekä lait, asetukset, viranomaisvaatimukset ja yleiset standardit. HSE-, rakenne-, prosessisuunnittelijat aloittavat suunnittelun, näiden tietojen pohjalta muiden osastojen suunnittelijat tekevät oman alueensa suunnittelun. Prosessi- ja putkistosuunnittelijat tekevät tuotantolaitoksen prosessien ja niihin liittyvien putkistojen suunnittelun, näin sähkösuunnittelijat suunnittelevat sähköistys tarpeen rakennuksiin, koneille ja laitteille, mihin sisältyy myös sähkökaapit ja sähkötilat. Instrumentointi ja automaatio-suunnittelijat suunnittelevat prosessisuunnittelun pohjalta vaaditut toimilaitteet, jotka sijoitetaan kentälle tai kaappeihin ja niiden sähköistystarpeet ilmoitetaan sähkösuunnittelijoille. Osastot välittävät suunnittelun yleisiä ja yksityiskohtaisia tietoja keskenään ja vaiheittain etenevät kohti toteutettavaa kokonaisuutta.

Suunnitteluosastot ovat seuraavat:

- prosessisuunnittelu
- HSE-suunnittelu (Health, Safety, Environment)
- mekaniikkasuunnittelu
- putkistosuunnittelu
- sähkösuunnittelu
- instrumentointi- ja automaatio-suunnittelu
- ICT-suunnittelu (Information and Communication Technology)
- siviili- ja rakennesuunnittelu
- HVAC- ja saniteettijärjestelmäsuunnittelu
- arkkitehtuurisuunnittelu
- infrasuunnittelu
- kestävyysuunnittelu. (Paju 2021.)

2.2 Automaatio- ja instrumentointisuunnittelu

Automaatio- ja instrumentointisuunnittelu saa lähtötiedot prosessi-, mekaniikka-, putkisto- ja HVAC-suunnittelijoilta, sekä laitepakettitoimittajilta ja instrumenttilaitteiden toimittajilta. Prosessisuunnittelu luo laiteluettelon ja prosessiarvoluettelon sekä piirtää PI-kaaviot, joista saadaan selville prosesseissa käytettävät koneet ja laitteet sekä kaikki ohjaus- ja säätöpiirit. Mekaniikka- ja putkistosuunnittelu antaa tiedon instrumenttisijoituskoordinaateista. HVAC-suunnittelu piirtää kaaviot HVAC-laitteille, joista saadaan laite- ja piirimäärät sekä laitesijainnit ja lähtötiedot laitteiden ohjauksen suunnitteluun. Laitetoimittajilta saadaan instrumenttilaite- ja laitepaketti tiedot sekä niiden kytkentätiedot. Automaattiventtiilit ohjelmoidaan instrumenttilaitevalmistajalla valmiiksi ja niiden tiedot saadaan valmistajilta. Mittakuvista ja laitemanuaaleista saadaan myös tietoa suunnitteluun. (Automaatio ja instrumentointi 2022; Automaatio-suunnittelun prosessimalli... 2007.)

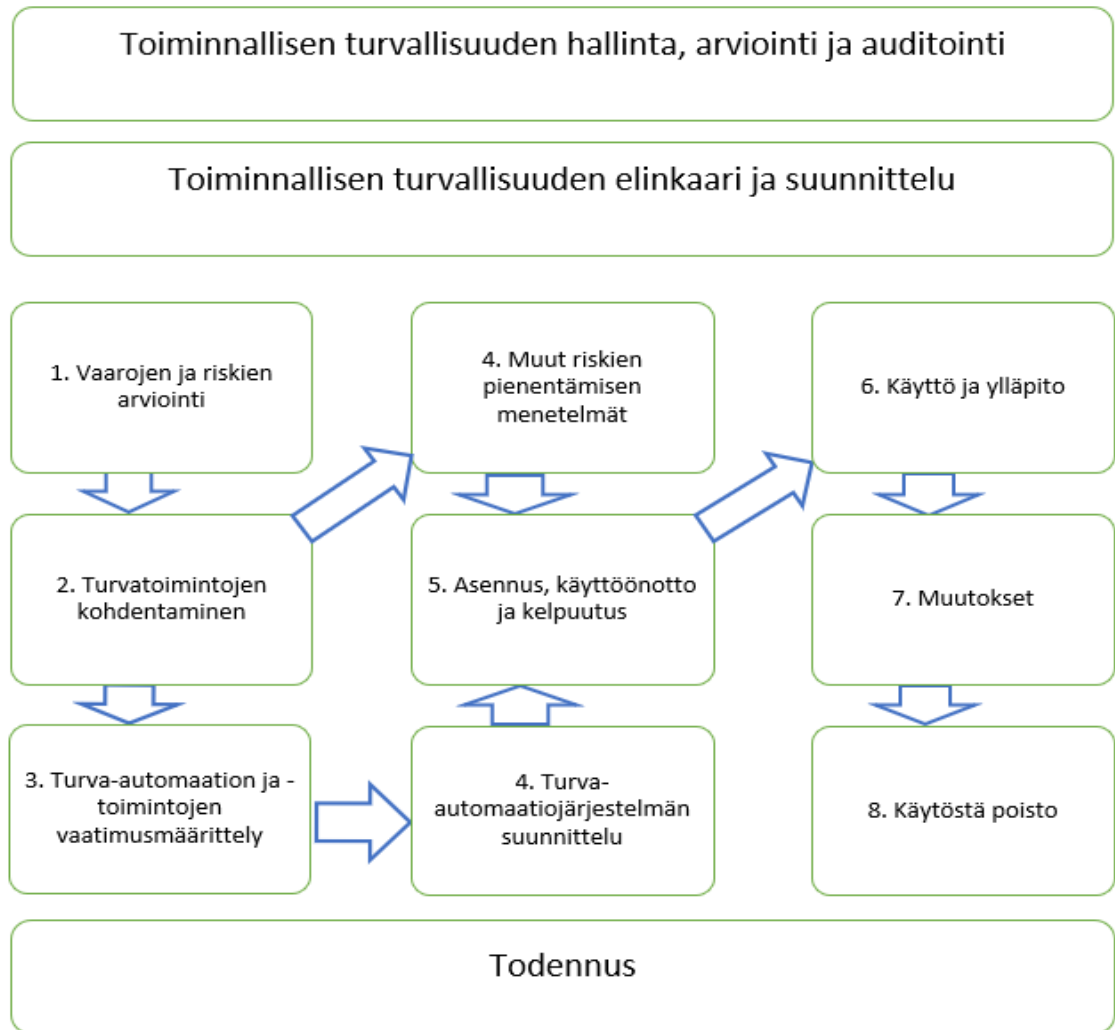
Suunnitteluosastolle kuuluu automaatiojärjestelmien (DCS) määrittely ja hankinta, instrumenttilaite hankinnat, piirien ohjaussuunnittelu, turva-automaatio ja turvallisuuteen liittyvät järjestelmät sekä testaus ja käyttöönotto. Hankintoja varten luodaan kyselyaineistot laitetoimittajille, joka sisältää instrumenttien ja laitteiden mallit ja määrät, jolloin saadaan hinta-arviot laitteista ja instrumenteista toimittajilta. Asennustyyppikyselyllä saadaan hinta-arvio tarvittavista asennuksista ja kytkennöistä tuotantolaitoksessa. Kysely sisältää asennusten vastuut, kenttälaitteet, kaapit, kotelot ja kaapelit sekä kaikki luetteloidaan määrineen ja kaapelit metripituuksineen. (Automaatio ja instrumentointi 2022; Automaatiosuunnittelun prosessimalli... 2007.)

Tieto- ja ohjausjärjestelmiin lasketaan toiminnanohjausjärjestelmä (ERP), tuotannonohjaus- ja raportointiohjelmisto (MES), tehdasautomaatio, teollisten prosessien ohjaus DCS- ja PLC-ohjausjärjestelmät (ICS) ja kenttälaitteet. Automaatiojärjestelmämäärittelyiden tärkein osa on turva-automaatiojärjestelmä, joka on integroitu laitoksen automaatiojärjestelmään. Järjestelmä hankitaan päälaitehankintojen jälkeen ja sen kokoon vaikuttaa ohjattavat prosessit, prosessiliitännöiden hajautus, sähkö- ja laitetilat sekä valvomon sijainti. (Automaatio ja instrumentointi 2022; Automaatiosuunnittelun prosessimalli... 2007.)

Instrumenttilaitekyselyitä tehdään joko yksikköhintakyselyiden kautta tai laitepositiokohtaisina. Yksikkö kyselyllä voidaan pyytää hintoja yksinkertaisille standardi-instrumenteille esimerkiksi lämpömittareille. Laitepositiokohtaisia kyselyitä tehdään instrumenteille, jotka vaativat tarkkoja prosessiarvoja esimerkiksi mittalaipat tai massamäärämittaukset. Laitepositiokohtaisessa kyselyissä vaaditut lähtötiedot ovat putkikoko, paineluokka, paine- ja lämpötilatiedot, sekä tarvittaessa virtaus, pH, johtokyky ja viskositeetti. (Automaatio ja instrumentointi 2022; Automaatiosuunnittelun prosessimalli... 2007.)

Ohjaussuunnittelu sisältää tarvittavat dokumentit koskien automaatiojärjestelmää ja ohjausjärjestelmistä, joka koskee ohjattavia instrumentti-, sähkö- ja sekvenssipiirejä sekä ryhmäkäynnistyksiä. Dokumentteja ovat toimintakuvaukset ja kaaviot, joihin kuuluvat lukitus-, sekvenssi, ryhmäkäynnistys- ja toiminta-kaaviot. Toimintakuvauksia käytetään ohjelmistosuunnittelussa ja lopulta tuotantolaitoksen operaattoreille ja kunnossapitohenkilöille ohjeena piirien toiminnasta. (Automaatio ja instrumentointi 2022; Automaatiosuunnittelun prosessimalli... 2007.)

Turva-automaatiojärjestelmä (TAJ) ja muut itsenäiset suojauskerrokset ovat osa turvallisuuteen liittyviä järjestelmiä (TLJ). Turva-automaatiojärjestelmässä on yksi tai useampi turva-automaatiotoiminta (SIF, Safety Instrumented Function), joka sisältää tulo- ja lähtölaitteen laukaisusignaalia varten. Itsenäinen suojauskerros tarkoittaa esimerkiksi hätäpysäytystä, jonka työntekijä aktivoi itse hätäpysäytysnapista. Turva-automaatiojärjestelmien toteutus noudattaa toiminnallisen turvallisuuden elinkaarta, jossa määritellään, suunnitellaan, toteutetaan ja todennetaan turvatoiminnot (Kuva 4). Suunnittelu pohjautuu vaara- ja riskianalyysiin (HAZOP) sekä määritettyihin turvallisuustasoihin SIL (Safety Integrity Level) ja PL (Performance Level). Valittavat turvallisuuteen liittyvät laitteet on sertifioitu, kenttälaitteilla on oltava SIL-luokitus ja koneilla on oltava PL-luokitus. Turva-automaatiojärjestelmälle tehdään tehdastestaus (FAT) sekä toteutus ja kelpuutustestaus (SAT). Mahdollisten tulevaisuuden muutosten varalle täytetään muutoksenhallintalomaketta, jotta vaatimukset toiminnalliselle turvallisuudelle voidaan varmistaa, ja määräaikaistestauksilla voidaan varmistua TAJ toiminnasta. (Automaatio ja instrumentointi 2022; Automaatiosuunnittelun prosessimalli... 2007.)



Kuva 4. Toiminnallisen turvallisuuden elinkaari

Testaus ja käyttöönotto sisältävät asennusvaiheen ja käyttöönottovaiheen. Asennusvaiheessa testataan vain asennuksia ilman, että prosessia on käytetty. Asennusvaiheen testauksen suorittaa urakoitsija ja instrumenttien asentaja. Käyttöönottovaiheessa varmistetaan laitteiden ja piirien toimintavalmius toiminnallista testausta tai vesiajoa varten. Toiminnallisessa testauksessa prosessiaineena käytetään turvallisuussyistä vettä. Tällä varmistetaan prosessin kaikkien koneiden, laitteiden, putkistojen ja instrumenttien toiminta ennen laitoksen käynnistämistä. (Automaatio ja instrumentointi 2022; Automaatiosuunnittelun prosessimalli... 2007.)

3 PROJEKTIN SUUNNITTELUTYÖKALUT

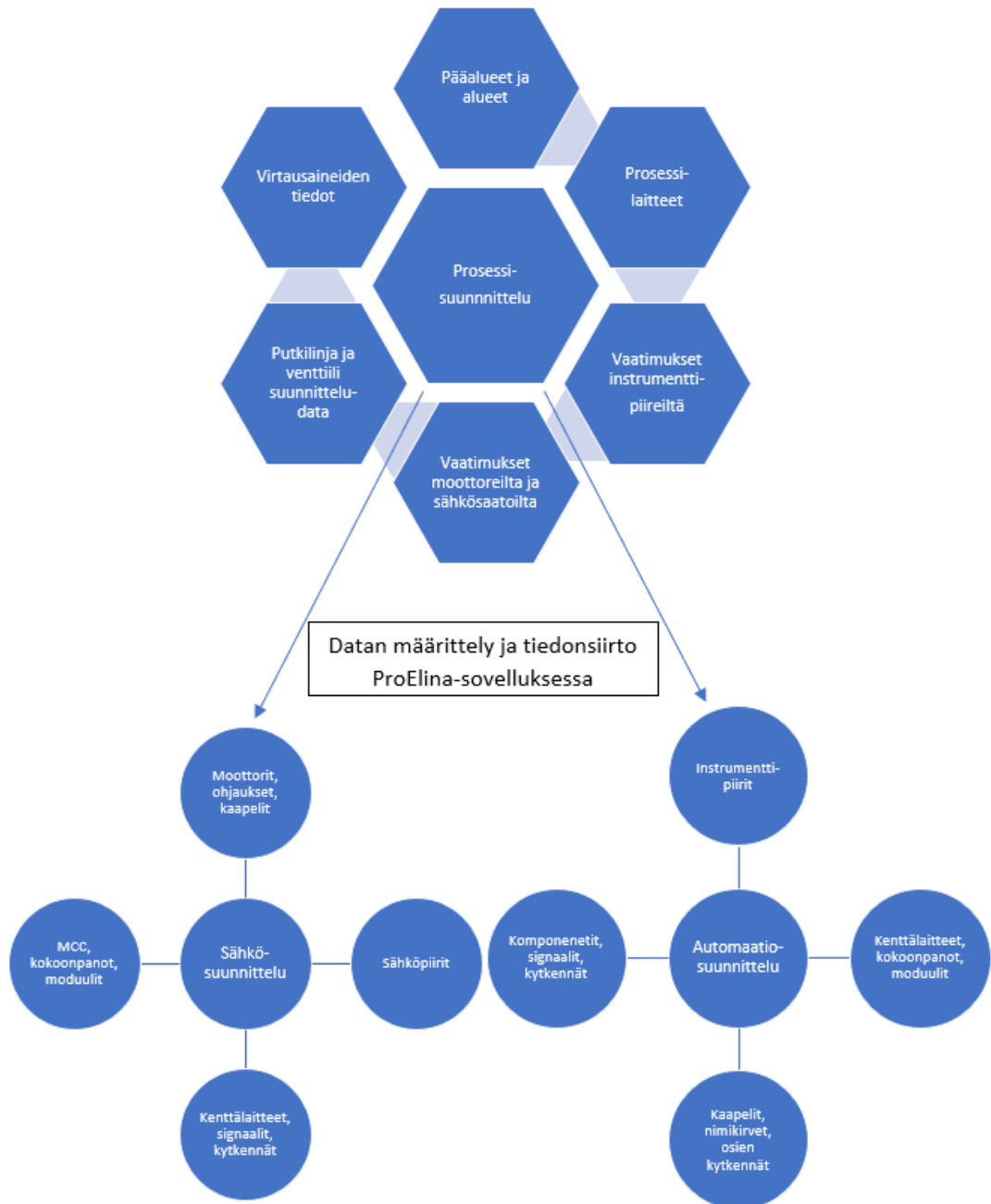
Projektien suunnittelussa käsitellään suurta määrää tietoa, joten käytettävät suunnittelutyökalut ovat kriittisessä asemassa tiedonhallinnassa. Pienissä projekteissa riittävät Excel-luettelot ja Word-dokumentit, mutta suuremmissa tuotantolaitosprojekteissa dataa ei pystytä pitämään ajan tasalla ilman kunnollista tiedonhallintajärjestelmää. Pääroolissa ovat tiedonhallintajärjestelmä ja dokumenttienhallintajärjestelmät. Tiedon tulee olla ajantasaista, turvattua ja jaettavissa sitä tarvitseville henkilöille. (Mäkelä & Immonen 2019, 4.)

3.1 Suunnittelutietokanta ProElina

ProElina on teollisuuslaitoksen teknisen tiedonhallinnan Oracle-pohjainen ohjelmisto, joka käyttää tiedontallennukseen SQL-koodausta. Tietokantaan tallennetaan tietoa prosessi-, sähkö- ja automaatio-osastoilta, jossa kaikki käyttävät samaa dataa ilman kopioita. Suunnittelutyökalua voidaan käyttää koko laitoksen elinkaaren ajan. ProElina-sovelluksen yleiset osiot ovat seuraavat:

- tietokanta ja osa raporteista
- laitteistokirjasto
- kokoonpanojen, kaapeleiden ja signaalien käsittely
- kaavioiden luonti tietokannasta. (Automation tools 2022.)

ProElinan tietokantaan täytetään automaatio- ja instrumentointisuunnittelun projektiosuuden tietoja määrättyssä järjestyksessä, jolloin kaikilla syötetyillä tiedoilla on tarvittava pohjatieto tai linkityskohde olemassa (kuva 5). Ensimmäisenä aloitetaan yleis- ja kirjastomäärittelyistä, jolloin saadaan pohjatiedot seuravaksi luotaville ryhmämäärittelyille. Yleismäärittelyihin sisältyy tietokannan konfigurointisäännöt. Kirjastomäärittelyihin sisältyy projektin, toimittajien ja valmistajien määrittelyt, nimikilpistandardit sekä ohjausjärjestelmän määrittelyt, joihin kuuluu signaalityytit, nimikkeet, dataryhmät ja tietokanta. (Automation tools 2022.)



Kuva 5. ProElina-sovellukseen määritettävä data ja tiedonsiirto

Alussa ProElina toimii suunnittelijoiden pääsuunnittelutyökaluna ja sieltä dokumentoidaan suunnitelmat laitoksen asentajille rakentamisvaiheeseen. Asiakas voi ostaa lisenssin työkalun käyttämiseen, jonka jälkeen se toimii esimerkiksi apuna kunnossapitohenkilöille. Suunnitteluvaiheiden edetessä saadaan lähtötietoja ProElina-tietokannasta generoiduista tiedoista eri suunnitteluosastoille (ProElina general instructions 6.0 2023). Esimerkiksi automaatio- ja instrumentointisuunnitteluun saadaan lähtötietoja prosessi-, mekaanisen-, putkisto- ja HVAC-suunnittelun sekä valmistajien tiedoista (Taulukko 1).

Taulukko 1. ProElinan lähtötiedot automaatio- ja instrumenttisuunnitteluun

Prosessisuunnittelu	1	Piirien ja laitteiden määrät
	2	Mittaustyyppit
	3	Venttiilityypit, säätö/on-off
	4	Prosessiarvot
	5	Putkitunnukset
	6	PI-kaaviotunnukset
Mekaaninen- ja putkisto-suunnittelu	1	Instrumenttisijoituskoordinaatit
HVAC-suunnittelu	1	Piirien ja laitteiden määrä HVAC-laitteille
	2	Laitesijainnit
	3	Lähtötiedot ohjaussuunnitteluun
Laitepakettitoimittajat	1	Instrumentit ja laitteet toimittajalta (Import/Export)
	2	KytKentä tiedot toimittajan asennuksiin
Instrumenttilaitetoimittajat	1	Instrumenttilaitetiedot
	2	Automaattiventtiilitiedot
	3	KytKentätiedot
	4	Mittakuvat ja laitemanuaalit

Yleis- ja kirjastomäärittelyiden jälkeen voidaan luoda tarkempaa tietoa datakirjastoon. Ensin määritellään komponenttiryhvät, joiden alle luodaan erilaisia komponentteja. Komponentteja ovat kenttälaitteet, kaapelit, järjestelmäkortit, hook-upit ja kytkentäryhmät. Komponenttien kaikki tiedot täyttämällä saadaan komponenttisarjoja, joille on määritelty kenttälaitteet, kaapelit, järjestelmäkortit, asennustyyppikuvat ja kytkennät. Näille komponenttisarjoille pystytään generoimaan asennustyyppikuvat AutoCADin ModeACAD-sovelluksella. Tätä varten ProEliinaan määritellään grafiikkasymboleita asennustyyppikaavioille, jotka on lisätty komponenttisarjaan. Grafiikkasymbolit määritellään dokumentityyppiin I424. Annetaan dokumenttinumero CAD-mallikoodi jokaiselle luotavalle sivulle. Määritysten ja linkitysten jälkeen saadaan asennustyyppikuvat generoitua komponentti standardi lomakkeesta, kun dokumentin tiedot ja grafiikkaelementit on täytetty. (Automation tools 2022.)

Seuraavaksi määritellään signaaliryhmät, joiden alle luodaan signaalit ja signaaliosat. Standardi signaaliryhmien tyyppejä ovat IO- (IO), ohjausjärjestelmä- (S) ja käyttö-signaaliryhmä (U). Signaaliosa on signaalin kytkentäosa, joka myöhemmin liitetään jakokoteloon tai kokoonpanoliittimiin. Signaalit ja signaaliosat luodaan signaaliryhmien alle. (Automation tools 2022.)

Taski-mallipohjat ovat laitteiden toimintopohjia. Niille lisätään komponentit, asennustyyppikuvat, kaapelit, signaalit, signaaliosat, dataryhmät ja grafiikat, jolloin ne voidaan liittää suoraan piireille. Kaikki PI-kaavioiden instrumenttipiirit luodaan sovelluksen Application Data -välilehdelle ja tämä on aloitusvaihe projektin tiedonhallinnalle. Piirilista I226 voidaan tulostaa raportointi sovelluksesta. Piirin tietoihin täytetään vähintään pääalue, alue, piirin nimi, prosessiasema eli I/O-kortti sekä piirin yksilöllinen referenssi-ID määräytyy koodausehtojen mukaan. Kokoonpanon prosessiasemaan liitetään kaikki kenttälaitteet ja se ohjaa koko kokoonpanoa. Prosessiasemat ovat joko ohjelmoitavia logiikoita (PLC) tai hajautettu ohjausjärjestelmä (DCS), jotka välittävät esimerkiksi joko binäärisiä tulo- ja lähtösignaaleita tai analogisia tulo- ja lähtösignaaleita. (Automation tools 2022.)

Komponenttien ja laitteiden lisäys piireille voidaan tehdä kahdella tavalla joko manuaalisesti lisäämällä taski-mallipohja piirin tietoihin tai prosessiyhteysikkunan kautta. Piirilista I226-2 voidaan tulostaa raporttina. Yleensä taskin tietoihin on lisätty valmiiksi laitteen tagit, mutta ne voidaan lisätä myös taskin luonnin jälkeen suoraan piirille ja muokata niiden sijainti ja signaali tietoja. Moduuli-välilehdelle merkitään piirin komponenttien ryhmä, valmistaja, kokoonpano, sijainti, kehikko ja jännite tiedot, sekä kaapeliyhteyden jännite ja virta tiedot. Kaapeli-välilehdelle merkitään piirille tarvittavat kaapelit ja niiden kuvaus, tyyppi ja mistä kytkennästä mihin se on kytketty. Kenttälaitte sivulle määritellään kenttälaittekohtainen kuvaus, tyyppi, toiminto, asennusasento, sijainti ja osoitteiden tiedot. Näiden lisäksi määritellään instrumenttikohtaiset kalibrointi tiedot, mittaus- tai toimintarajat sekä koko ja kiinnitystapa. (Automation tools 2022.)

Kun piireille on liitetty tai luotu taskit, komponentit ja signaaliryhmät, voidaan jatkaa määrittelemällä kokoonpano sivulle kenttäkotelot, ristikytkentäkaapit ja

järjestelmäkaapit. Koteloille ja kaapeille luodaan DCS-kortit, runkokaapelit ja pääteryhmät telinetietoineen eli liittimet ja IO-kortit. Niille merkitään kuvaus, paikkatieto, turvallisuustasovaatimus, sekä kaapeleille koko- ja pituustieto. Kun kotelot ja kaapit on luotu, voidaan signaaliosat liittää luoduille kenttäkaapeille ja liittimille. Tässä vaiheessa kaikki kaavioihin vaadittu on luotu ja liitetty yhteen, joten voidaan alkaa generoida piirikohtaisia kaavioita suoraan ProElina-sovelluksesta. (Automation tools 2022.)

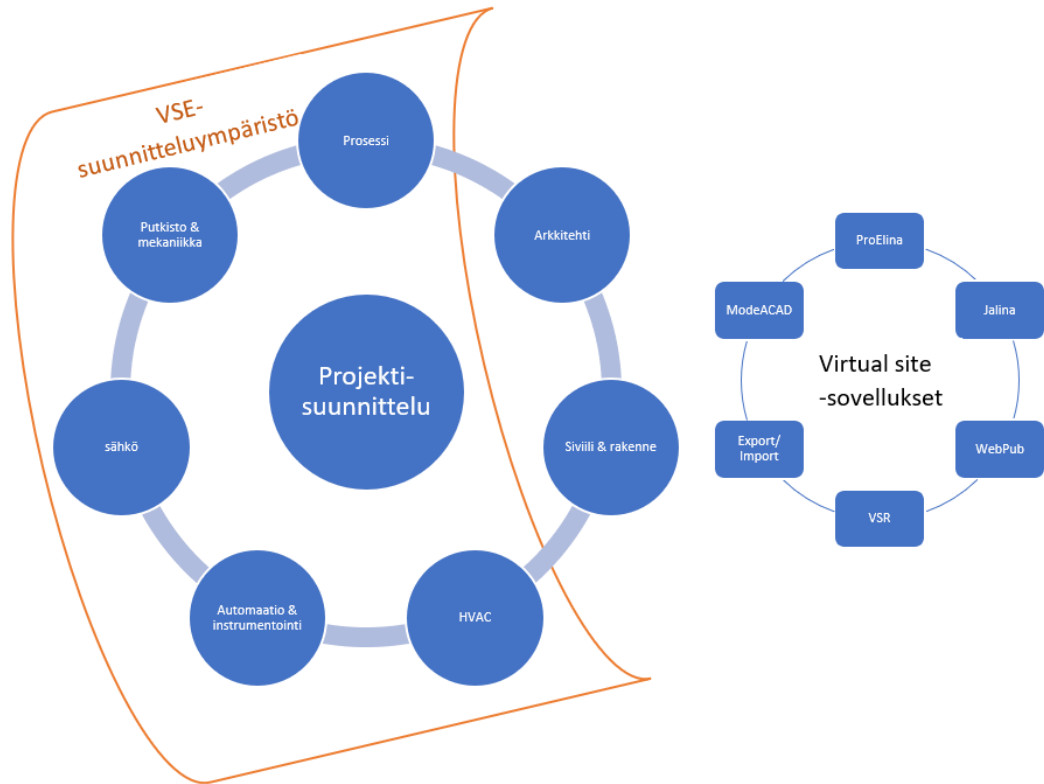
Automaatiosuunnittelun ProElina-tietokannasta voidaan tulostaa seuraavat dokumentit:

- asennustyyppikuvat ja listaukset
- kytkentä- ja johdotuskaaviot
- piirikaaviot
- piiri- ja instrumenttilaitelistaukset
- IO-luettelot
- kaapeliluettelot
- kilpiluettelot
- laite-, kaappi- ja kotelolistaukset. (Automation tools 2022.)

3.2 Suunnitteluympäristö Virtual Site

Suunnitteluympäristö sisältää kaikki tehokkaaseen suunnitteluun tarvittavat ohjelmistot. *ProElina* suunnittelutietokannan kanssa yhdessä toimivat ohjelmistot käyttävät samaa datalähdettä mikä tarkoittaa, että tiedostosta on olemassa vain yksi versio ja kaikki käyttävät samaa versiota. ProElina-tietokanta yhdessä muiden sovellusten kanssa toimii myös eri suunnitteluosastojen kesken lähtötietojen jakoympäristönä. (ProElina general instructions 6.0 2023.)

Prosessisuunnittelu aloittaa tietokannan täyttämisen projektin prosessien tietojen pohjalta. Putkisto- ja mekaniikkasuunnittelu aloittaa oman suunnitteluosastensa prosessien perusteella. Sähkö-, automaatio- ja instrumentointisuunnittelu suunnittelee osuutensa muiden osastojen suunnitelmien pohjalta. Suunnitteluosastot täyttävät tietojaan suunnittelutietokantaan, mistä kaikki saavat omat lähtötietonsa (kuva 6).



Kuva 6. AFRY VSE -suunnitteluosastot ja -sovellukset

Suunnittelu ympäristö sisältää tietokannan, tiedon dokumentoinnin, raportoinnin, tiedonsiirron, piirtotyökalun ja tiedon jaon sekä arkistoinnin sovelluksia. Suunnittelu ympäristön sovelluksia ovat:

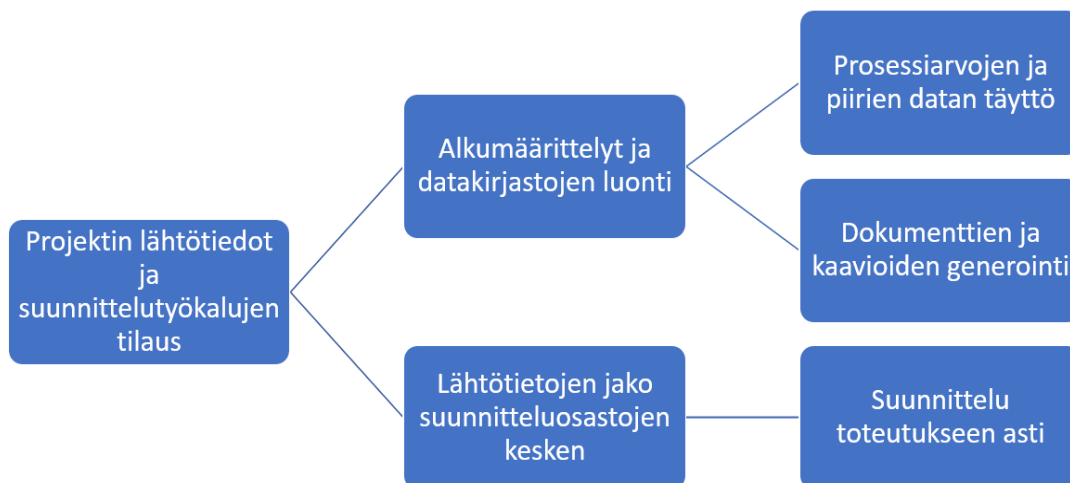
- **Jalina-ohjelmisto** on tarkoitettu sisällönhallintaan ja verkkojulkaisujärjestelmään jakamiseen. Se toimii Google Chrome -selaimessa, eikä erillistä sovellusta tarvitse koneelle. Jalina on integroitu ProElinan kanssa, jolloin saadaan ProElinaan tehdyt piirit näkyviin Jalinassa ja luotua piireille liitettyjä dokumentteja. Jalinassa luodaan toimintakuvaus dokumentteja. Toimintakuvauksessa saadaan linkitettyä toinen piiri suoraan tekstiin, jolloin se saadaan avattua toiseen ikkunaan tarkastelua varten. (ProElina general instructions 6.0 2023.)
- **Export/Import-sovellus** on selaimessa toimiva tiedonsiirtotyökalu tietokannoille. Tietoa siirretään Excel-pohjina ja sitä käytetään tiedonsiirtoon massamäärille. Tietoa siirretään ulos tietokannasta ja tietoa voidaan siirtää tietokantaan. (ProElina general instructions 6.0 2023.)

- **WebPub-sovellus** on tarkoitettu laitoksen tietojen selaamiseen ja tulostukseen laitoksen hierarkioiden mukaan. Se toimii selaimessa ja sivunäkymää voi muokata käyttäjäkohtaisesti kategorioiden ja linkkien osalta. Linkeillä päästään nopeasti käsiksi tärkeimpiin laitoksen tietoihin ja dokumentteihin. (ProElina general instructions 6.0 2023.)
- **Virtual Site Reporting (VSR) -sovellus** on selaimessa toimiva raportointityökalu, jolla voidaan luoda raportteja Virtual Site -tietokannasta PDF- tai Excel-muodossa. Raportit voivat olla joko tiettyyn tarpeeseen otettuja tietoja tai virallisia dokumentteja. Epävirallisten raporttien valintatiedot määritellään joka kerta ja siitä on olemassa vain kyseinen raportti kansiona tai tulostettuna. Viralliset raportit saadaan rekisteröityä ja jaettua Share-tietokantaan. Raportin hakumääritykset tallentuvat ja uusi päivittynyt raportti saadaan tulostettua uudelleen sekä uusi raportti tallentuu tietokantaan vanhan päälle. (ProElina general instructions 6.0 2023.)
- **ModeAcad** on AutoCAD:iin pohjautuva suunnittelutyökalu, jonka avulla luodaan teknisiä piirustuksia yhdistämällä Virtual Site -tietokannan tietoja ja ModeACAD:n symboleita. (ProElina general instructions 6.0 2023.)
- **VSE Share** on AFRY:n kehittämä dokumentinhallintajärjestelmä yrityksen sisäiseen asiakirjahallintaan. Järjestelmässä jaetaan ja arkistoidaan projektidokumentteja. (ProElina general instructions 6.0 2023.)
- **DocHotel-asiakirjanhallintajärjestelmä** on kahden tai useamman osapuolen dokumenttien jakamista ja arkistointia varten. Se toimii katseluoikeuksien takana, jolloin asiakas tai muut yrityksen ulkopuoliset projektin osapuolet pääsevät tarkastelemaan dokumentteja. (ProElina general instructions 6.0 2023.)

4 AUTOMAATIOTIETOKANNAN KEHITYS

Mallitietokannan kehitystyö aloitettiin luomalla toimeksiantajayrityksen projekti ja sille oma kotisivu, jonne luotiin mallitietokannan data. Projekti luotiin opin- näytetyötä varten, jotta saatiin työkaluympäristöt käyttöön, koska työkalut määritellään aina tietylle projektille. Oma projekti mahdollistaa datakirjastojen kopiointiin muihin projekteihin tulevaisuudessa. Projektin kotisivun voi jakaa yksinkertaisesti linkkinä, koska kotisivu ja kaikki sovellukset toimivat verkkoselaimessa. Yrityksen sisällä katseluoikeudet kattavat kaikki muut projektit paitsi luokitustasoltaan salaiset. Katseluoikeuksilla kaikki yrityksen suunnittelijat pääsevät selaamaan tietoja ja erilliset muokkaus-oikeudet projektiin jaetaan tarpeen mukaan. Tämä mahdollistaa datakirjastojen tarkastelun ja kopiointin toiseen projektiin.

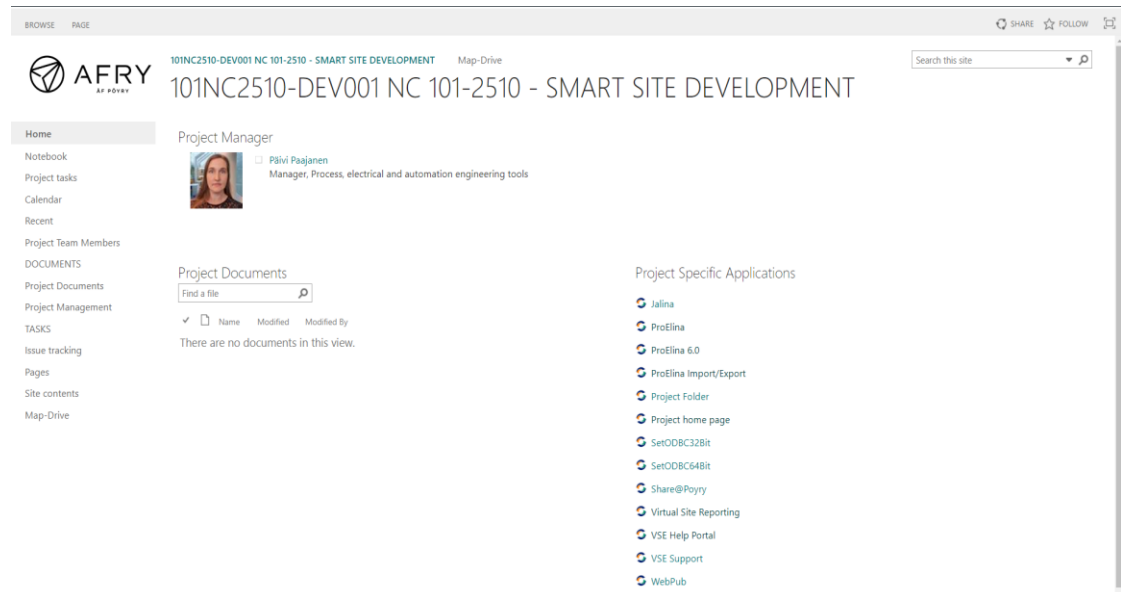
Kuvassa 7 esitetään uuden projektin luontivaiheet tietokannan ja suunnittelijoiden osalta. Uusi projekti luodaan aina samalla tavalla, mutta datakirjastojen sisältö vaihtelee.



Kuva 7. Projektin luonnin vaiheet

4.1 Projektin kotisivun luonti

Opinnäytetyön käytännön osuuden tekemiseen luotiin projektin kotisivu (Kuva 8). Se tilattiin toiselta osastolta, joka hallinnoi suunnittelutyökalujen käyttöä. Ennen tilausta etsittiin vapaana oleva projektinumero ja valittiin projektinumeroksi NC 101-2510 - Smart Site Development ja projekti-ID:ksi 101NC2510-DEV001.



Kuva 8. Opinnäytetyön projektin kotisivu

Tämän jälkeen siirryttiin sivustolta IT Service Portal luomaan kotisivun tilausta (kuva 9). Tilaus tehtiin kohdasta Order new project applications, jonne merkittiin aiemmin valittu projekti ID. Tämän jälkeen valittiin käytettävät työkalut, sovellukset ja lisäosat, joita projektiin haluttiin. Seuraavat sovellukset ja ohjelmat valittiin projektiin:

- Jalina
- ProElina
- ProElina 6.0
- ProElina Import/Export
- Project Folder
- Share@Poyry
- Virtual Site Reporting
- VSE Help Portal
- WebPub.



Kuva 9. Lähtötiedot suunnittelutyökalujen tilaukselle

Sovelluskohtaisesti täytettiin lisätietoja sovelluksen tilauksen määrittelyihin liittyen. ProElina-sovellukselle määritettiin tyhjä tietokantapohja, mikä tarkoittaa koko tiedonhallintajärjestelmän olevan täysin tyhjä (Kuva 10). Tässä vaiheessa olisi mahdollista kopioida toisesta projektista kaikki datakirjastot tai pelkkä tietty datakirjasto. Samalla pyydettiin datan hierarkioiden integrointi, mikä mahdollistaa datan käytön ja siirron eri sovellusten kesken. Projekti merkittiin salaustasolta avoimeksi yrityksen sisällä, joka tarkoittaa kaikille katse-uoikeutta pois sulkien muokkausoikeudet. Kotisivun ja suunnittelutyökalujen luontipyyntö lähetettiin Suunnittelutyökalu-osastolle.

What kind of ProElina database is needed?

Empty database

Empty database

Copy libraries from some existing project

Full copy of existing project

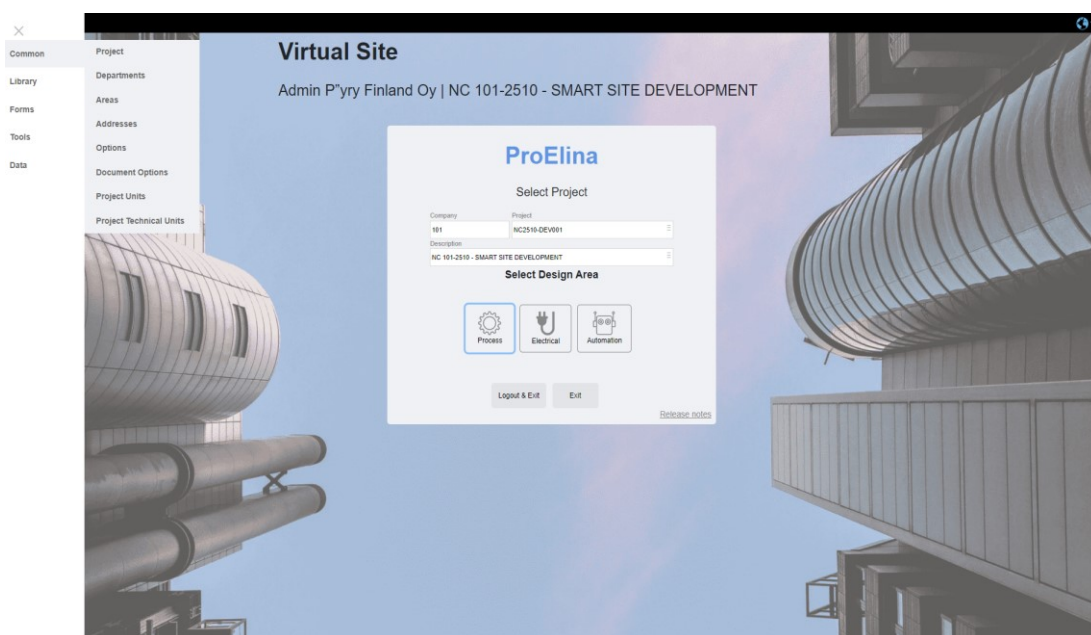
Which office ProElina will be most used in the project?

Kuva 10. ProElinan tietokantapohjan määrittely

4.2 Määrittelyt ja lähtötiedot ProElina-tietokantaan

ProElinan alkumäärittelyt tehtiin yhdessä suunnittelutyökaluosaston työntekijän kanssa, koska normaalisti projektissa suunnittelutyökalupuolen ja prosessipuolen henkilöt täyttävät alkutiedot ja määrittelyt projektiin. Datakirjastoiltaan tyhjään ProElina laitostiedon hallintajärjestelmään määriteltiin prosessipuolelle perustiedot, joiden koodauksella saatiin tietyt lähtötiedot järjestelmään ja valmiit valikot tietojen tarkempaan määrittelyyn.

ProElina-sovelluksen etusivulta valitaan ensimmäisenä suunnitteluosasto, minkä tietoja täytetään tietokantaan. Prosessisuunnittelun Application menu -valikosta löytyy Common-, Library-, Forms-, Tools- ja Data-välilehdet. Sähkö- ja automaatio suunnittelun Application menu -valikosta löytyy Common-, Library-, Application-, Assembly-, Tools-, Graphics- ja Data-välilehdet. Välilehtien alta löytyy lisävalinnat tehtävälle toiminnolle (Kuva 11).



Kuva 11. ProElina etusivu ja prosessipuolen valikot

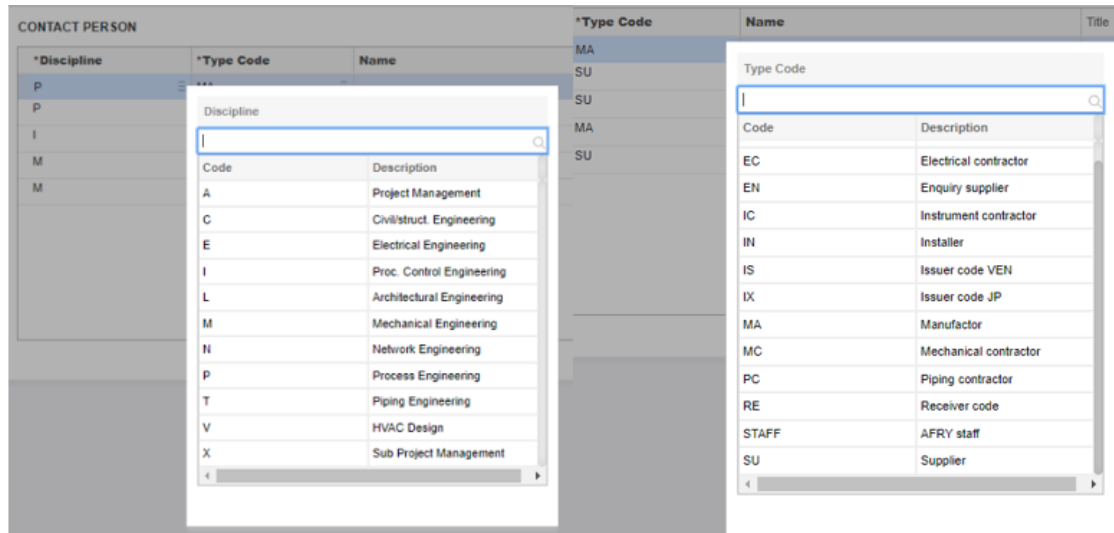
Alkutietojen määrittäminen aloitettiin Common-välilehden Project-datasivusta, minne täytetään projektin tiedot (Kuva 12). Projektin tietoihin kuuluu aloitus- ja lopetuspäivä, asiakkaan tiedot ja numerokoodit, dokumenttien jakotapa, käytettävä kieli ja salaustaso. Tämä projekti luotiin omaksi datasivuksi ja tietoihin täytettiin kuvaus, asiakkaan nimi, dokumenttien jakotapa, maa ja kieli.

Kuva 12. ProElinan Project-datasivu

Departments-datasivu sisältää alueita, joihin määritellään esimerkiksi tietyt putkilinjat. Näin saadaan haulla rajattua alueita, minkä listauksessa sijaitsee tietyt laitteet tai linjat. Päätettiin, ettei opinnäytetyöhön sisällytetä tämän ominaisuuden käyttöä. Areas-datasivulle luotiin pääalueet ja alueet (Kuva 13). Pääalueet kuvaavat tehtaan osastoja ja alueet kuvaavat tietyn osaston osia, myös ala-alueet voidaan luoda. Esimerkiksi pääalue on Mäntyöljykeittäjä ja alue on HDS-erotin, tai pääalue on sellutehdas, alue on Mäntyöljykeittäjä ja ala-alue on HDS-erotin. Alueet määritettiin näkymään WebPubissa rastittamalla Wp-laatikko jokaisesta aluemäärittäyksestä.

Kuva 13. ProElinan Areas datasivu

Addresses-datasivulle lisättiin yritysten tietoja ja yritysten alle määriteltiin suunnitteluosastot ja mikä yrityksen rooli on (Kuva 14). Nämä osoitetiedot kopioitiin vanhasta projektipohjasta ja tarkastettiin läpi. Tietoihin merkittiin yrityksen nimi, maa, internetosoite ja tarkemmat yhteystiedot. Yritysten tiedot saatiin myöhemmässä vaiheessa haettua valikosta, esimerkiksi laitetoimittajan tietoihin.



Kuva 14. Addresses-datasivun suunnitteluosaston ja yrityksen roolin koodit

Options- ja Document Options -datasivuille luotiin prosessipuolen laitteet, sovelluksen parametrit, LOV-koodit (List of Values Codes) sekä kielikoodaukset ja dokumenttien koodaus, nimeäminen ja valikot (Kuva 15). Näillä luotiin tietokenttien alasvetovalikoiden ja dokumenttien tiedot.

Disc	Name	Project default Value	Application Default Value	Category	Type	Description	Comment
P	AppTypeGenAllowed		TRUE	DYNAMIC	BOOLEAN	Generate default tasks from application type library	
P	AutoMail		FALSE	DYNAMIC	BOOLEAN	Auto all changes to a doc record (as default only creation a...	
P	AutoDocPath		TRUE	DYNAMIC	BOOLEAN		
P	StateSigRelAllowed		FALSE	DYNAMIC	BOOLEAN		
P	CheckItemUniqueness		FALSE	DYNAMIC	BOOLEAN		
P	ClientMode		FALSE	DYNAMIC	BOOLEAN		Used in application form e047 in tag
P	CopyChildMode		Add	DYNAMIC	VARCHAR(255)		values = 'UpdateFull', 'Update', 'Add', 'Replace'

Kuva 15. Options-datasivun Mode Application Parameters -välilehti (sovellusparametrit)

Project Units- ja Project Technical Units -datasivuilla näytettiin projektissa käytettävissä olevat yksiköt (Kuva 16). Projektin yksiköihin aktivoitiin käyttöön ainetta mittaavia tai kuvaavia suureita, jotka ovat standardin mukaisia suureita, esimerkiksi johtokyky, tiheys ja massavirtaus. Projektin yksiköt valitaan käyttöön ja niitä voidaan poistaa käytöstä tarpeen mukaan. JP Units -välilehdellä näytettiin, mitä yksiköitä projektissa voidaan käyttää, eikä niitä voida poistaa lopullisesti järjestelmästä. Project Technical Units -datasivulla valittiin projektin mittayksiköt, esimerkiksi laitteiden massat, virtaukset ja pumpun suunniteluarvot. JP Technical Units -välilehdeltä valittiin mittayksiköt, joita projektissa käytettiin.

Unit Group	Unit Code	Unit Group Name	Unit Abbv	Unit Code	Unit Abbreviation	Unit Name
CC	3	CONCENTRATION	g/l	gramm per litre	g/l	gramm per litre
CC	6	CONCENTRATION	mol/m ³	mole per cubic decimetre	mol/m ³	mole per cubic decimetre
CD	6	CONDUCTIVITY (EL.)	mS/m	milliSiemens per metre	mS/m	milliSiemens per metre
CD	5	CONDUCTIVITY (EL.)	S/m	Siemens per metre	S/m	Siemens per metre
CS	6	CONCENTRENCY	%	per cent	%	per cent
CT	1	CONTENT	mg/kg	milligram per kilogram	mg/kg	milligram per kilogram
CT	4	CONTENT	g/l	gram per litre	g/l	gram per litre
CT	16	CONTENT	%	per cent	%	per cent
CT	6	CONTENT	g/kg	gram per kilogram	g/kg	gram per kilogram
CT	6	CONTENT	mg/liter	milligram per normal m3	mg/liter	milligram per normal m3
CT	5	CONTENT	mg/m ³	milligram per cubic metre	mg/m ³	milligram per cubic metre
DE	6	DENSITY	kg/m ³	kilogram per cubic decimetre	kg/m ³	kilogram per cubic decimetre
DE	1	DENSITY	kg/m ³	kilogram per cubic metre	kg/m ³	kilogram per cubic metre
SI	6	CONDUCTANCE	S	Siemens	S	Siemens
HS	6	HEAT QUANTITY OF HEAT	kJ	kilojoule	kJ	kilojoule
HS	6	HEAT OF REACTION	kJ/kg	kilojoule per kilogram	kJ/kg	kilojoule per kilogram
MF	6	MASS RATE OF FLOW	kg/s	kilogram per second	kg/s	kilogram per second
MF	2	MASS RATE OF FLOW	ADN	air dry tonne per day	ADN	air dry tonne per day

Unit Group	Unit Code	Unit Group Name	Unit Abbreviation	Unit Name
<input checked="" type="checkbox"/>	3	CONCENTRATION	g/l	gramm per litre
<input type="checkbox"/>	6	CONDUCTIVITY (EL.)	S/m	Siemens per metre
<input type="checkbox"/>	5	CONDUCTIVITY (EL.)	µS/m	microSiemens per metre
<input type="checkbox"/>	4	CONDUCTIVITY (EL.)	mS/m	milliSiemens per metre
<input type="checkbox"/>	16	CONDUCTIVITY (EL.)	mbtu/m	mbtu per centimeter
<input type="checkbox"/>	6	CONDUCTIVITY (EL.)	mbtu/m	mbtu per metre
<input type="checkbox"/>	6	CONDUCTIVITY (EL.)	mbtu/m	milliBtu per metre
<input type="checkbox"/>	7	CONDUCTIVITY (EL.)	µmbtu/m	microBtu per centimeter
<input type="checkbox"/>	6	CONDUCTIVITY (EL.)	mS/m	milliSiemens per metre
<input checked="" type="checkbox"/>	3	CONDUCTIVITY (EL.)	S/m	Siemens per metre
<input type="checkbox"/>	2	CONDUCTIVITY (EL.)	µS/m	microSiemens per metre

Kuva 16. Projektissa käytettävien yksiköiden valinta

4.3 Automaation datakirjastojen luonti

Toimeksiantajayritykseltä saatiin neljä Excel-tiedostoa, joissa oli yleisimpiä käytettyjä toimilaitteita. Tiedostoissa oli eri mallisia säätö- ja on-off-venttiileitä, lämpötila- ja painelähettämiä sekä niiden asennukseen tarvittavia komponentteja. Excel-tiedoston saraketiedot olivat: komponentti-ID, toiminnallinen määrittyskoodi, komponenttien ryhmäkoodi, valmistaja, komponentin yksilöintiavain, nimi tai kuvaus, toiminta-alue, koko, nimellinen paineluokka ja porauspaine-luokka. Saatujen tiedostojen komponenttikoodaus erosi datakirjastoon haluttu koodauksesta. Ensimmäisenä muokattiin tiedostoista komponentti-ID, toiminnallinen määrittys- ja komponenttiryhmäkoodi vastaamaan haluttua koodausta.

Datan siirron pohjustustyö aloitettiin komponenttiryhmiä luonnilla ProElina-tietokannan automaatiopuolelle. Ensimmäisenä luotiin nimetön valmistaja (N/A) säätöventtiin valmistajamäärittäykseen Addresses-datasivulle, koska valmistajatiieto on pakollinen ja haluttiin yleispätevät komponentit datakirjastoon. Säätöventtiilien toiminnallinen määrittely koodaus on IVC, joka koostuu sanoista Instrumentation, Valve ja Control. Luontia varten menttiin päävalikon kirjastokohdan komponenttistandardeihin, minne säätöventtiilien komponentti-

ryhmä A1SSC luotiin. Tietoihin täytettiin kuvaus, nimellinen paineluokka, porauksen paineluokka ja kiinnitystapa putkeen (Kuva 17). A1SSC-koodista saatiin tiedot:

- A (venttiili tyyppi) palloventtiili laippakiinnityksellä
- 1 (paineluokka) PN10
- S (pesän materiaali) ruostumatonteräs AISI316
- S (sisäosien materiaali) ruostumatonteräs AISI316
- C (tiivisteen materiaali) PTFE (Teflon), PEEK.

Sama komponenttiryhmän luonti toistettiin kaikille komponenttiryhmille, säätö- (IVC) ja on-off-venttiileille (IVO) sekä lämpötila- (ITT) ja painelähettimille (ITP).

The screenshot shows a software interface for managing component standards. The main window is titled 'COMPONENT STANDARD | E010'. It features a navigation bar with 'QUERY' and 'UPDATE' buttons. The interface is divided into several sections:

- Component Group Table:** A table with columns for 'Disc', '*Function Code', '*Comp Group', and '*Manuf'. The first row contains the values '1', 'IVC', 'A1SSC', and 'N/A'.
- Description Fields:** Two text input fields labeled 'Description 1' and 'Description 2'. 'Description 1' contains 'Ball control valve.' and 'Description 2' contains 'PTFE seal'.
- Data Group Section:** A section titled 'Data Group' with a dropdown menu showing 'COMB'. Below this are several input fields for technical specifications:
 - Range Size: []
 - Range Size: []
 - Capacity: []
 - Normal Pressure: [] PSI
 - Drilling: [] PSI
 - Connection Type: []
 - Enclosure: []

Kuva 17. Komponenttiryhmän A1SSC-tiedot

Kun komponenttiryhmät oli luotu, aloitettiin massadatan siirto Export/Import-työkalulla. Projektin kotisivulta avattiin datansiirtotyökalu ja työkalusta valittiin import-toiminto. Tiedosto haulla haettiin oikea Excel-tiedosto ja ladattiin se ohjelmaan (Kuva 18). Tiedoston ladattua valittiin Validate-toiminto, mikä varmistaa tiedoston datan yhteensopivuuden ja oikeellisuuden ProElina-tietokantaan. Kun varmistus oli valmis, voitiin valita import to ProElina-toiminto. Ohjelma loi jokaisen komponentin yksilöivän koodausavaimen automaattisesti ja koodasi tietosarakkeiden tiedot oikealle paikalleen tietokantaan. Näin saatiin komponenttiryhmien alle eri kokoiset ja malliset komponentit datakirjastoon.

The screenshot shows a software interface for exporting and importing data. The main window displays a table with the following columns: Component ID, Dis, Func, Group, Manuf, Key1, Set, Name 1, and Name 2. The table contains 21 rows of data, each representing a different component type and its specifications.

Component ID	Dis	Func	Group	Manuf	Key1	Set	Name 1	Name 2
ITT BA0S 120 N/A		ITT	BA0S	N/A	120		1kPa-100 resistance sensor	with threaded thermowell EN 1 4404
ITT BA0S 160 N/A		ITT	BA0S	N/A	160		1kPa-100 resistance sensor	with threaded thermowell EN 1 4404
ITT BA0S 200 N/A		ITT	BA0S	N/A	200		1kPa-100 resistance sensor	with threaded thermowell EN 1 4404
ITT BA0S 400 N/A		ITT	BA0S	N/A	400		1kPa-100 resistance sensor	with threaded thermowell EN 1 4404
ITT DA0S 0140 N/A		ITT	DA0S	N/A	0140		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D1 EN 1 4404
ITT DA0S 0200 N/A		ITT	DA0S	N/A	0200		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D2 EN 1 4404
ITT DA0S 0200 N/A		ITT	DA0S	N/A	0200		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D5 EN 1 4404
ITT DA0SS 140 N/A		ITT	DA0SS	N/A	140		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D1 EN 1 4404
ITT DA0SS 200 N/A		ITT	DA0SS	N/A	200		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D2 EN 1 4404
ITT DA0SS 250 N/A		ITT	DA0SS	N/A	250		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D5 EN 1 4404
ITT DA0T 140 N/A		ITT	DA0T	N/A	140		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D1 P235GH
ITT DA0T 200 N/A		ITT	DA0T	N/A	200		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D2 P235GH
ITT DA0T 250 N/A		ITT	DA0T	N/A	250		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D5 P235GH
ITT DA0TS 140 N/A		ITT	DA0TS	N/A	140		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D1 P235GH
ITT DA0TS 200 N/A		ITT	DA0TS	N/A	200		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D2 P235GH
ITT DA0TS 250 N/A		ITT	DA0TS	N/A	250		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D5 P235GH
ITT DA0XT 140 N/A		ITT	DA0XT	N/A	140		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D1 1 4402 EN Duplex
ITT DA0XT 200 N/A		ITT	DA0XT	N/A	200		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D2 1 4402 EN Duplex
ITT DA0XT 250 N/A		ITT	DA0XT	N/A	250		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D5 1 4402 EN Duplex
ITT DA0XS 140 N/A		ITT	DA0XS	N/A	140		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D1 1 4402 EN Duplex
ITT DA0XS 200 N/A		ITT	DA0XS	N/A	200		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D2 1 4402 EN Duplex
ITT DA0XS 250 N/A		ITT	DA0XS	N/A	250		1kPa-100 resistance sensor	with welded thermowell D5 1 4402 EN Duplex
ITT FA4S 160 N/A		ITT	FA4S	N/A	160		1kPa-100 resistance sensor	with flanged thermowell EN 1 4404
ITT FA4S 250 N/A		ITT	FA4S	N/A	250		1kPa-100 resistance sensor	with flanged thermowell EN 1 4404
ITT FA4S 400 N/A		ITT	FA4S	N/A	400		1kPa-100 resistance sensor	with flanged thermowell EN 1 4404
ITT FB5S 150 N/A		ITT	FB5S	N/A	150		1kPa-100 resistance sensor	with flanged thermowell EN 1 4404
ITT FB5S 350 N/A		ITT	FB5S	N/A	350		1kPa-100 resistance sensor	with flanged thermowell EN 1 4404
ITT FB5S 400 N/A		ITT	FB5S	N/A	400		1kPa-100 resistance sensor	with flanged thermowell EN 1 4404
ITT TT 09 N/A		ITT	TT	N/A	01		Temperature transmitter	field mounted
ITT TT 11 N/A		ITT	TT	N/A	11		Temperature transmitter	field mounted
ITT TT 21 N/A		ITT	TT	N/A	21		1kPa-100 resistance sensor for indoor/outdoor measu	

Kuva 18. Ladattu massadata Export/Import-ohjelmassa

Tietokanta on Oracle-pohjainen ja se käyttää SQL-koodausta. Export/Import-sovellus käyttää samaa koodausta tietojen massasiirrossa, joten Excel-listojen täytyy sisältää metadata välilehti (liite 1). Metadata välilehdeltä löytyy tietokenttien nimimäärittys, datakoodaustyyppi ja datan maksimaalinen pituus, joilla määritellään tietokenttien datantallennustapa. Tässä projektissa käytettiin Varchar2- tai numerokoodausta. Numerokoodaus sallii vain numerot ja Varchar2 sallii kirjaimien ja numeroiden käytön tietokentässä. Oracle VARCHAR2 -tutortiaalin (2023) mukaan Varchar2-koodauksessa voidaan valita maksimipituustallennustapa (max_size) tai bittitallennustapa (BYTE). ProElina- ja Export/Import-sovellukset käyttävät maksimipituustallennustapaa tietokenttien datantallennuksessa. Kuvassa 19 nähdään osa metadatakoodauksesta.

Column	Data Type	Max Length
Component ID	VARCHAR2	45
Dis	VARCHAR2	8
Func	VARCHAR2	4
Group	VARCHAR2	20
Manuf	VARCHAR2	8
Key1	VARCHAR2	10
Set	VARCHAR2	4
Name 1	VARCHAR2	52
Name 2	VARCHAR2	104
Name 1 (lang 2)	VARCHAR2	52
Name 2 (lang 2)	VARCHAR2	104

Kuva 19. Osa metadatakoodista tiedonsiirrossa

Kun Excel-listat saatiin siirrettyä ProElina-tietokantaan, käytiin läpi vanhan projektin komponenttikirjastosta lämpötilalähettimien malleja lisäkomponenttien löytämiseksi. Vanha komponenttikirjasto tulostettiin Export/Import-sovel-

luksella Excel-listaksi ja siitä etsittiin lisää malleja opinnäytetyön datakirjastoon. Komponentti listausta verrattiin projektin datakirjastoon aiemmin siirrettyihin malleihin, jolloin saatiin poistettua samanlaiset mallit. Listasta karsittiin komponentit, jotka ovat vain tietyn valmistajan erikoiskomponentteja. Näin saatiin luotua yleisiä valmistajasta riippumattomia komponentteja jäljelle jääneistä malleista, jotka lisättiin projektin datakirjastoon Export/Import-sovelluksella.

Instrumenttiasennukset (Hook-up) tarvitsevat määriteltyjä tietoja, minkä takia määritellään asennustyyppitiedot. Niihin kuuluvat instrumenttiasennukseen tarvittavat komponentit eli kenttälaitteet, yhteet, kytkentäkaapelit, kotelot ja kaapit. Asennustyyppien avulla saadaan generoitua asennustyyppikuvia suoraan ProElina-sovelluksesta tietoihin lisättyjen komponenttien pohjalta.

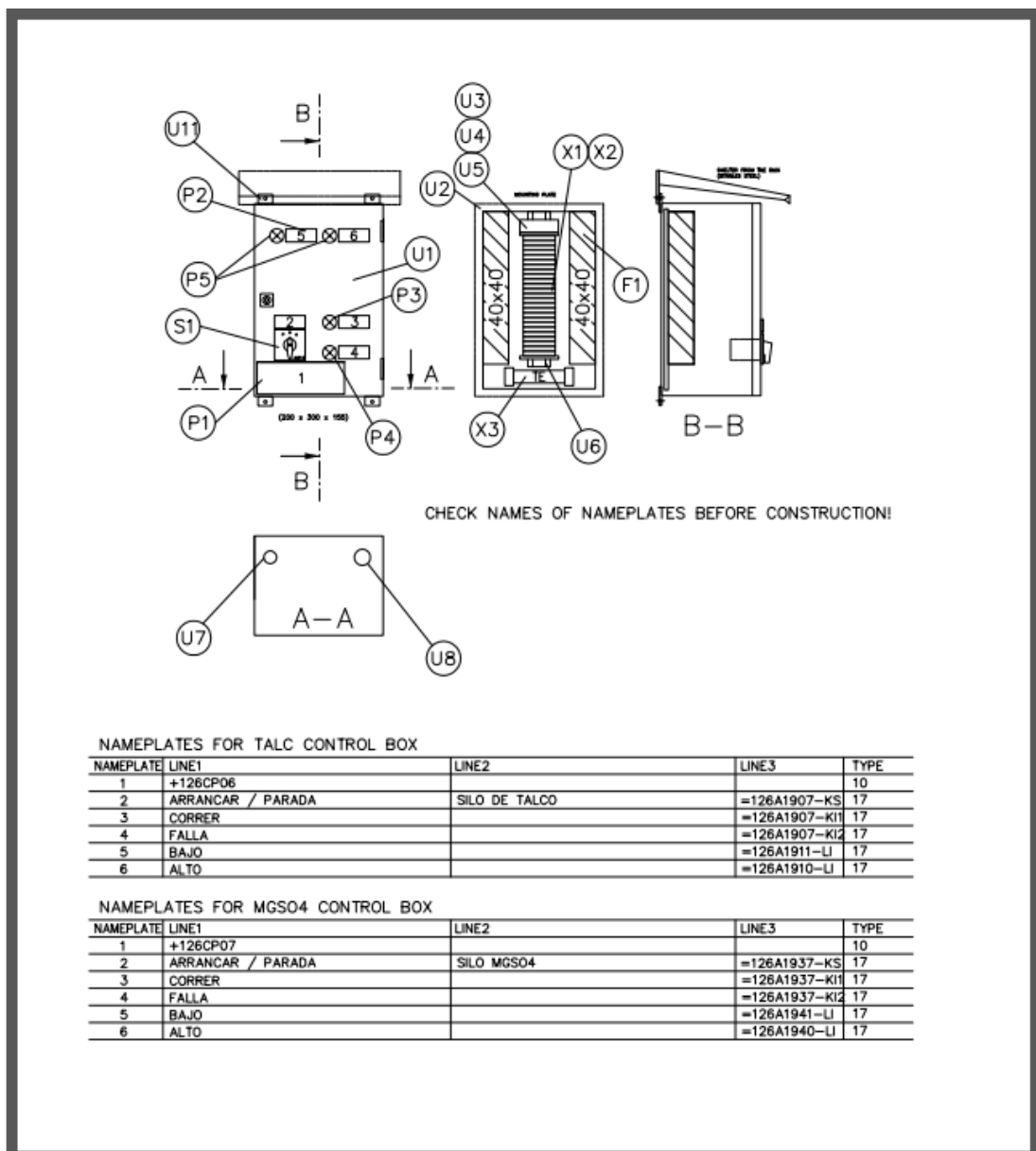
VSR-sovelluksella otettiin toisen projektin instrumenttiasennustyyppien datakirjasto Excel-raporttina, jota käytiin läpi ja valittiin listasta useimmiten käytettyjä instrumenttiasennustyyppejä. Datakirjastosta kopioitiin halutut instrumenttiasennukset opinnäytetyön projektin datakirjaston komponentteihin. Asennustyyppien ja niihin liitettyjen komponenttien tietoja muokattiin valmistajan osalta vastaamaan yleistä N/A-valmistajaa. Kuvassa 20 olevaan lämpötilamittaukseen liitettiin kymmenen eri asennuskomponenttia. Lämpötilamittaukselle tarvittiin laitteen ja kaapelien nimikyltit sekä niiden kiinnittimet, laitekaapelit, kierrellinen asennustuki putkeen ja tiiviste.

The screenshot displays the 'COMPONENT STANDARD | E010' software interface. It features a top navigation bar with 'QUERY' and 'UPDATE' buttons, and a status bar showing 'DEV_TOP@AZELWDB2' and 'TBA.YYRKANNE | 191918'. The main area is divided into several sections:

- COMPONENT Table:** A table listing components with columns: *Disc, *Function Code, *Comp Group, *Comp Manufacturer, *Key1, and Set. The table shows 10 rows of data.
- Description 1 and 2 Forms:** Two forms for entering component descriptions. Description 1 includes fields for Language 1 (Temperature Measurement), Language 2 (Ti:n JB), Type1, Type2, Type3, Ref Code 1, Ref Code 2, and Long Description. Description 2 includes fields for Value, Unit, Dimension 1, Dimension 2, Height, Width/Diam, and Weight.
- Component Class Data Table:** A table listing component classes with columns: *Sort, *Item, *Function Code, *Comp Group, *Manuf, and *Key1. The table shows 14 rows of data.
- Item Maintenance Form:** A form for entering item details, including Description 1 (Individually & Overall Screened Cable), Description 2 (2 pair (grat)), Type 1 (Alte 1482 Gr / L1A), Type 2 (2x2+1) (all 5-6.5 mm), Type 3 (grat), Ref Code 1, Ref Code 2, Value, Unit (2 pairs), Dimension 1, Dimension 2, Qty (in), Note 1, Note 2, Supplier (SU), and Material (SU).

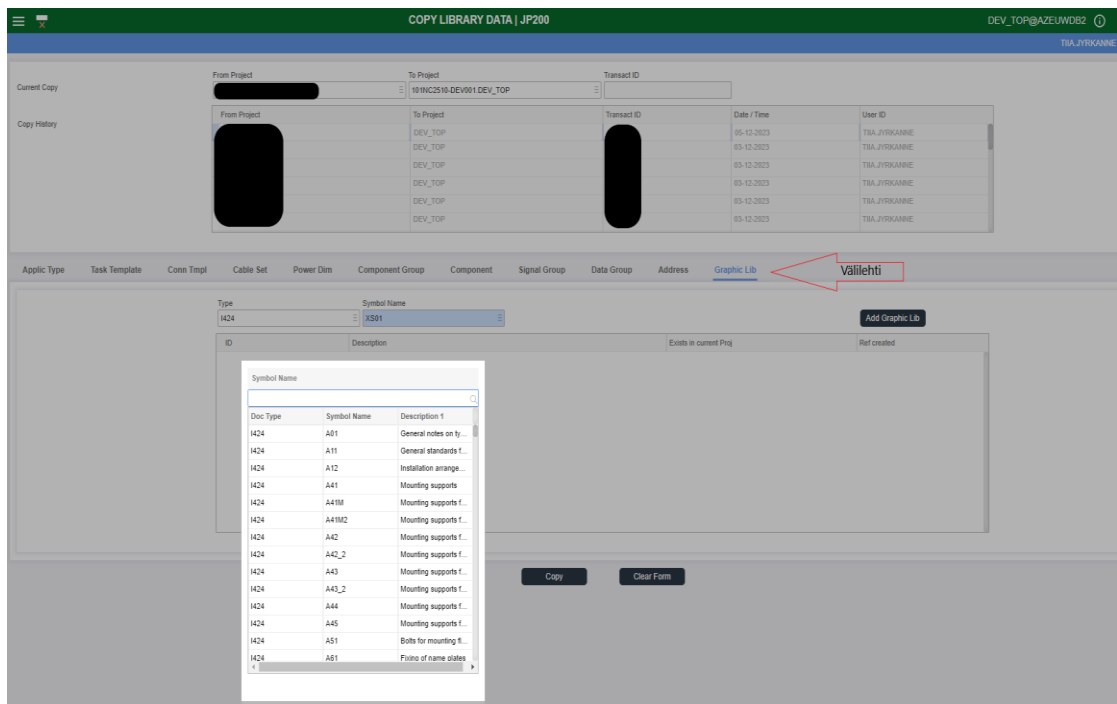
Kuva 20. Asennustyyppi ja siihen liitetyt asennuskomponentit

Asennustyyppikuvien standardin mukainen dokumenttinumero on i424, jossa i tarkoittaa instrumentoinnin ja automaation dokumentointia ja 424 on asennustyyppikuvien numero. Asennustyyppikuvissa yksilöidään kaikki instrumentti-asennukseen tarvittavat komponentit ja niissä luetteloidaan komponentit määrineen. Asennustyyppikuvien generointia varten tarvittiin grafiikkasymboleita ja ne kopioitiin toisen projektin projektikansiosta. Hakupolkuna käytettiin: Project Folder → Gen → Acad → i424. Kopioitava kansio i424 sisältää rule-määrittelyt generoitavien kuvien kehysteksteille ProElinan tietojen ja AutoCAD:n dwg-kuvien välillä, jolloin saadaan asennustyyppikohtaiset tiedot kuviin (Kuva 21).



Kuva 21. Kenttäkotelon asennustyyppikuva B026.dwg

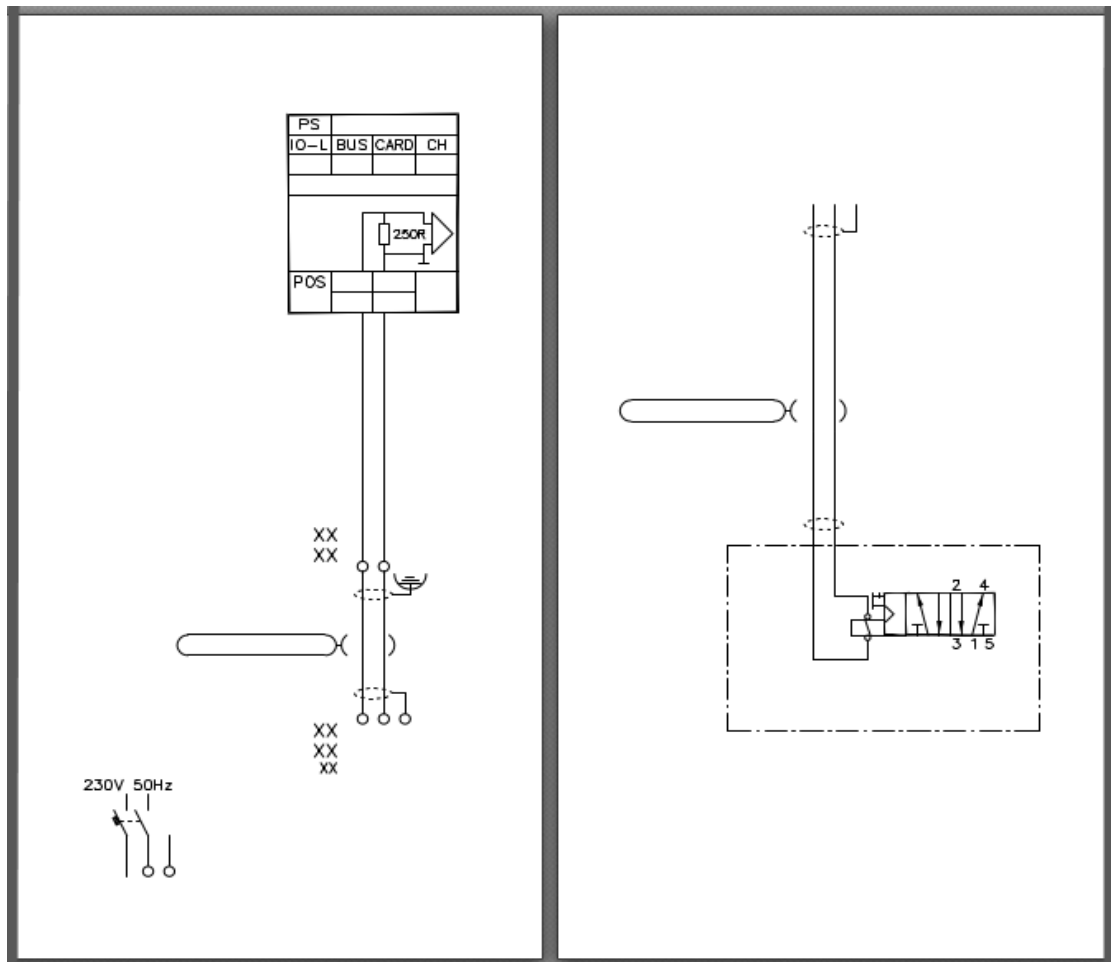
Grafiikkasymbolikuvien lisäksi grafiikan nimitieto lisättiin ProElina-sovelluksen Graphic Library -datakirjastoon. Tämän nimitiedon avulla asennustyyppikuvat liitetään instrumenttiasennuksiin, jolloin nimitiedot hakevat samannimisen grafiikkasymbolin projektikansiosta ja asennustyyppikuvat generoituvat automaattisesti. Osa grafiikkasymboleista kopioitiin asennustyyppikuvien mukana automaattisesti. Lopuksi verrattiin molempien projektien grafiikkakirjastoja, minkä avulla kopioitiin yksitellen kaikki siirtymättömät grafiikat. Nimitietojen kopiointipolkuna käytettiin: Application menu → Tools → Copy Library Data → Graphic Library -välilehdeltä → hakuvalinnat: Type ja Symbol Name, joissa käytettiin tyyppinä i424 ja aiemmin kopioitumattoman grafiikkasymbolin nimi, esimerkiksi LTRS01S-radiometrinen pinnanmittaus (Kuva 22).



Kuva 22. Grafiikkasymbolitietojen kopiointi toisesta projektista

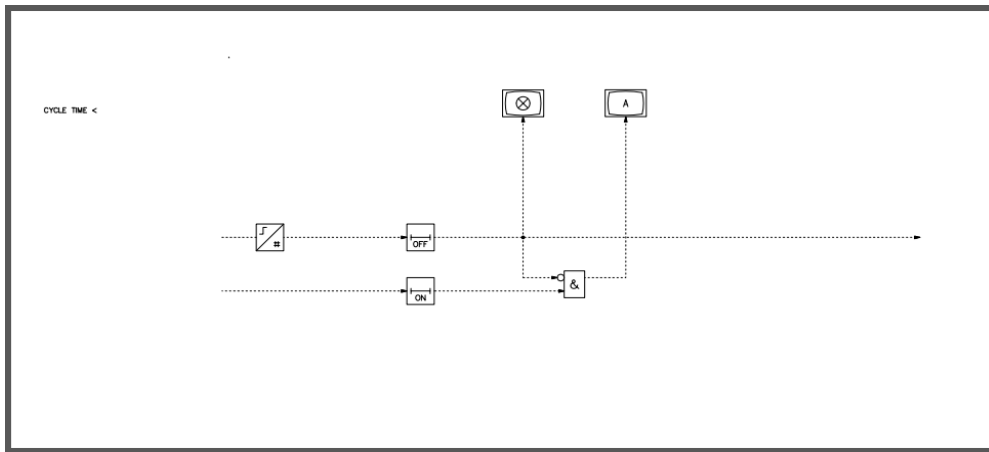
Kun ModeACAD-sovelluksella piirretään kaavioita, valitaan grafiikkasymbolit suoraan valikosta ja niiden attribuuttitiedot siirtyvät automaattisesti kuvan mukana. Attribuuttitiedot määrittelevät kuvaan tulevat symbolitiedot ja niitä voidaan katsoa datakirjaston polusta: Application data → Graphic Library → Attributes.

Piirikaavioiden standardin mukainen dokumenttinumero on i253, jossa i tarkoittaa instrumentoinnin ja automaation dokumentointia ja 253 piirikaavioiden numeroa. Piirikaaviossa esitetään kenttälaitteiden, koteloiden ja kaappien kytkennät kaapeleilla eli piirikohtaiset kytkennät, ne generoidaan automaattisesti ProElina-sovelluksen piiritietojen mukaan. Erilaiset grafiikkasymbolit yhdistetään piirikaavioon yhtenäiseksi kuvaksi ja niille voidaan määritellä koordinaatit, jotka yhteensopivat AutoCAD-ympäristöön (Kuva 23). Piirikaavioiden grafiikkasymbolit ja määrittelyt kopioitiin toisesta projektista ja hakupolkuna käytettiin: Project Folder → Gen → Acad → i253. Grafiikkasymboleiden tiedot kopioitiin toisesta projektista ProElina-sovelluksella polusta: Application menu → Tools → Copy Library Data → Graphic Library -välilehdeltä → hakuvalinnat: Type ja Symbol Name, joissa käytettiin tyyppinä i253 ja symbolinimen tilalla %-merkkiä. %-merkki tarkoittaa määrittelemätöntä, jolloin haku etsii kaikki eri mallit kyseisen hakuvalinnan kohdalta.



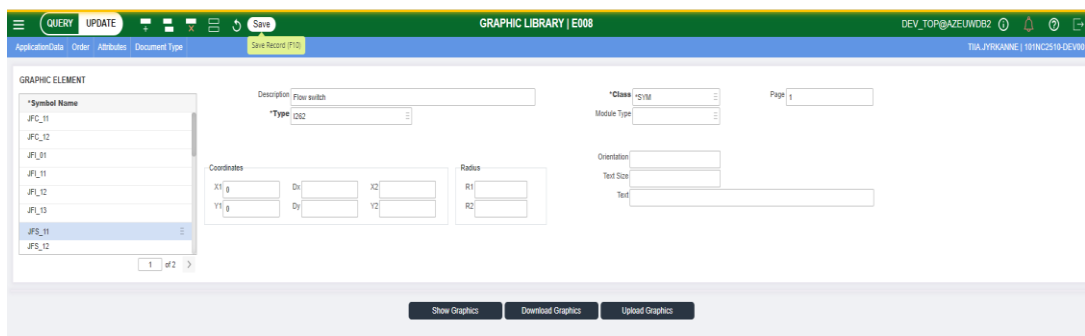
Kuva 23. Piirikaavion grafiikkasymbolit HAIA102S_2 (vasemmalla) ja KVO011 (oikealla)

DIN-toimintakaavioiden standardin mukainen dokumenttinumero on i262, jossa i tarkoittaa instrumentoinnin ja automaation dokumentointia ja 262 toimintakaavioiden numeroa. Toimintakaavioissa kuvataan piirin ohjauksen yksityiskohtaista toimintaa ja kytkentöjä. Kuvassa 25 virtauskytkimen rajatiedolla annetaan hälytys operaattorin ajokaavionäytölle ja signaaliviesti toiselle piirille. Sekvenssikaaviot tehdään samaan tapaan kuin toimintakaaviot. Niissä kuvataan sekvenssi askeleina sekä niiden toimenpiteinä ja siirtymisehtoina. Toimintakaavioiden grafiikkasymbolit otettiin aiemman opinnäytetyön tuotoksesta, joka tehtiin samalle yritykselle (Hölttä 2019). Grafiikkasymbolit kopioitiin polkuun: Project Folder → Gen → Acad → i262 → sym.



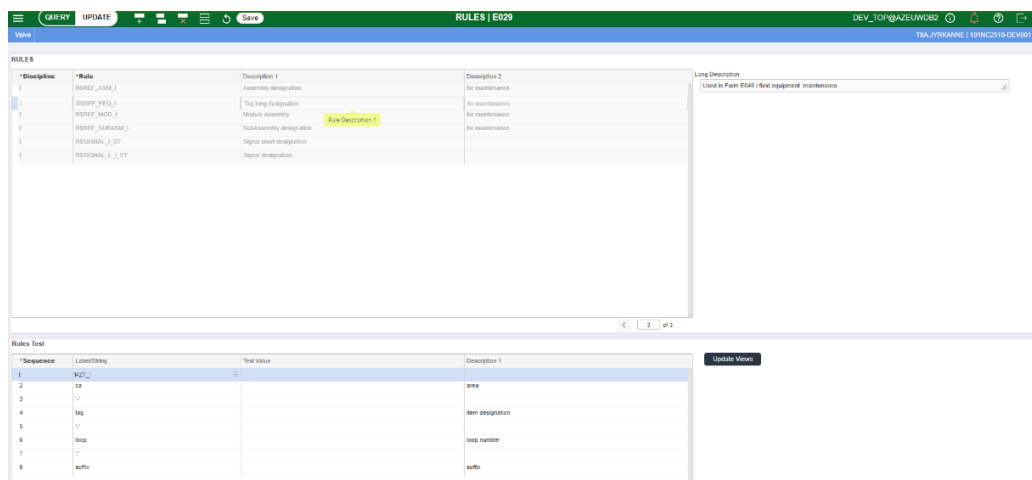
Kuva 25. DIN-toimintakaavion symboligrafiikka JFS_11.dwg-kuva

Jotta ProElina-sovellus pystyy generoimaan toimintakaavioita, luotiin grafiikkasymboleille nimitiedot (Kuva 26). Datakirjastoon luoduilla grafiikkanimitiedoilla haetaan generointivaiheessa vastaavan niminen grafiikkasymboli projektiansiosta. Grafiikoille voidaan antaa koordinaattitiedot, jotta toimintakaavion grafiikkasymbolit asettuvat oikealle paikalleen kaaviokuvaan.



Kuva 26. Grafiikkasymbolin nimitiedot grafiikkakirjastossa, JFS_11 virtauskytkin

Datakirjaston rule-määrittelyllä ohjelmoidaan piirien, kenttälaitteiden, kaapeleiden, signaalien ja asennusten positiokoodaukset. Automaation rule-määrittelyt käytiin läpi yksitellen verraten toisen projektin ja opinnäytetyöprojektin määrittelyitä. Päätettiin, missä järjestyksessä toiminnallinen koodi ja positionumero haluttiin koodata, ja se erosi järjestykseltään toisesta projektista. Esimerkiksi instrumenttipiirien positiokoodi määriteltiin muodostumaan aluekoodista, määrittelystä arvosta, piirin toiminnallisesta koodista, määrittelystä arvosta ja piirin positionumerosta, koodin osat eroteltiin väliviivalla (määrittely arvo). Tällä määrittelyllä saatiin piirin positiokoodiksi DCS-järjestelmään esimerkiksi 10-FI-1234, jossa alue on 10, piirin toiminnallinen positiokoodi FI ja piirin positionumero 1234 sekä määrittely arvo erottimena. Instrumentin pitkä positiokoodi kunnossapitoa varten koodattiin muotoon: 'PZT_', ca, '-', tag, '-', loop, '.', suffix (Kuva 27). Esimerkiksi tämä määrittely saatiin näkymään virtauslähettimelle muodossa: PZT_10-FT-1234.1. Position rakenne määritellään yleensä asiakkaan toiveen mukaan ja koko laitoksessa käytetään samaa koodausmallia. Rule-määrittelyt löydettiin polusta: Application Menu → Library → Rules.



Kuva 27. Datakirjaston rule-määrittelyt, pitkä laitepositio kunnossapidolle

Dataryhmillä (Data Group) määriteltiin komponenttien tiedot joko prosessiarvoihin tai teknisiin laitemäärittelyihin. Prosessiarvojen kohdalta määritellään esimerkiksi paikalliselle virtaukselle (IGF-P-A): virtaava-aine ja sille tiheys, minimi ja maksimaalinen virtausnopeus, normaali paine, normaali lämpötila, sekä putken koko, paineluokka, suunnittelupaine, suunnittelulämpötila ja mahdolliset lisävaatimukset (Kuva 28). Prosessisuunnittelija täyttää virtaavienainneiden ja putkien tiedot suunnittelun edetessä ProElina-tietokantaan.

*Seq No	*Description	Default Value	Unit	LOV Code	Check	*ULN
1	-Process target				<input type="checkbox"/>	101203
2	-Flow Substance Name				<input type="checkbox"/>	101204
3	-Density Normal		kg/m ³		<input type="checkbox"/>	101205
4	-Flow Min		l/s		<input type="checkbox"/>	101206
5	-Flow Normal		l/s		<input type="checkbox"/>	101207
6	-Flow Max		l/s		<input type="checkbox"/>	101208
7	-Pressure Normal		bar(G)		<input type="checkbox"/>	101209
8	-Temperature Normal		°C		<input type="checkbox"/>	101210
9	-Pipe size dimension		DN		<input type="checkbox"/>	101211
10	-Pipe class / ranges		PN		<input type="checkbox"/>	101212
11	-Pressure Design		bar(G)		<input type="checkbox"/>	101213
12	-Temperature Design		°C		<input type="checkbox"/>	101214
13	-Notes				<input type="checkbox"/>	101215
14	-Special requirements				<input type="checkbox"/>	101216

Kuva 28. Dataryhmien prosessiarvot

Dataryhmien teknisiin laitemäärittelyihin määriteltiin esimerkiksi säätökytkimelle (ISH-T-H): mittaus- tai toimintatapa, ulostulosignaali, valmistusmateriaali, asennuskiinnitys, käyttölämpötila, laitesuojausluokka, kaapelikiinnitykset, nimikilpi ja sertifiointivaatimukset (Kuva 29). Dataryhmät kopioitiin toisesta projektista ja polkuna käytettiin: Application menu → Tools → Copy Library Data → Data Group -välilehdeltä → hakuvalinnoilla Disc ja Data Group, joissa käytettiin rajaamatonta hakua %.

*Disc	*Data Group	Description 1	Description 2
1	ISH-T-H	Control Switch	technical data
1	ISL-P-K	Level switch	process data
1	ISL-P-RS	Level Switch, Radometric	Process Data
1	ISL-P-V	Level switch, vibration	process data
1	ISL-T-C	Level Switch, Conductive	technical data
1	ISL-T-CX	Level Switch, Conductive	technical data
1	ISL-T-F	Level Switch, Float	technical data
1	ISL-T-M	Level Switch, Microwave	technical data
1	ISL-T-V	Level Switch, Vibration	technical data
1	ISL-T-VA	Level Switch, Vibration	technical data
1	ISL-T-VS	Level Switch, Vibration	technical data
1	ISP-T-A	Pressure switch	technical data
1	ITAL-T-A	Cooling Alarm Analyzer	technical data
1	ITBR-T-E	Brightness sensor	technical data
1	ITC-P-A	Conductivity T...	process data

*Seq No	*Description	Default Value	Unit	LOV Code	Check	*ULN
1	-Method of measurement	Control Switch			<input type="checkbox"/>	130125
2	-Output signal	Potential Free Contact			<input type="checkbox"/>	130123
3	-Switch material	Gold Plated (24 VCC)			<input type="checkbox"/>	130118
4	-Mounting	Field Box Included in delivery			<input type="checkbox"/>	130116
5	-Ambient temperature	-30 ...+60	°C		<input type="checkbox"/>	130117
6	-Protection class	> IP 65, according EN 60529			<input type="checkbox"/>	130120
7	-Cable Glands	M20x1.5 (Pfaefic), Un used holes stainless plug			<input type="checkbox"/>	130124
8	-Name Plate	Tagplate			<input type="checkbox"/>	130119
9	-EMC	Certification according EN 61326			<input type="checkbox"/>	130122
10	-CE	Switch shall be marked with the CE symbol			<input type="checkbox"/>	130121

Kuva 29. Dataryhmien tekniset laitemäärittelyt

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tehtävän toteutus tuotti automaatio suunnittelulle mallipohjan, joka nopeuttaa suunnittelun etenemistä, samalla säästäten suunnitteluun käytettäviä työtunteja. Työtä tehdessä tein samoja muutoksia dataosuuksiin, jotka on kopioitu toisesta projektista samalla tavalla kuin oikeaa projektia tehdessä muokattaisiin. Kopioitujen datakirjastojen muokkaus on vienyt todella paljon aikaa. Tietoja luotiin alusta asti itse, missä täytettiin useita kenttiä tietoa yhden komponentin tai ryhmän kohdalla. Lisäksi itse järjestelmässä olevien virheiden korjaamisen odottamiseen on mennyt aikaa, jolloin oma työn eteneminen on ollut hitaampaa. Pidän positiivisena asiana sitä, että itse järjestelmän ohjelmointivirheet ovat tulleet selville työn aikana ja ne saadaan korjattua opinnäytetyön projektista, jottei myöhemmin ole enää häiriöitä sen toiminnassa.

Esimerkkinä datan kopiointissa toisesta projektista voidaan hakea vain kaikki samalla koodilla olevat komponentit ja ennen kopiointia voidaan valitsemalla tietty rivi poistaa se listasta, mutta nyt ohjelmassa oli tässä kohdassa virhe. Kun yritettiin poistaa vain yksi tietty komponentti kopiointilistasta, poisti järjestelmä kaikki tiedot valitusta rivistä alaspäin. Tämän takia jouduttiin kopioimaan kaikki komponentit listasta, mutta ProElina-sovelluksesta jouduttiin poistamaan kaikki ylimääräiset komponentit erikseen kopiointin jälkeen.

Työssä käytettiin hyödyksi aiemmin tehtyä opinnäytetyötä, kun datakirjastoon siirrettiin toimintakaavioiden grafiikoita. Hölttä (2019) loi omassa opinnäytetyössään toimintakaavioiden grafiikoita, jotka voidaan generoida suoraan ProElina-tietokannasta. Tämä on hyvä esimerkki yrityksille tehtävistä kehitystöistä ja niiden yhteensopivasta jatkumosta. Työtä on mahdollista jatkaa tulevaisuudessa, esimerkiksi lisäämällä ProElina-tietokantaan peruspiirejä, joille saataisiin valmiiksi luotua mallipohjat eri piirien toimintakuvauksille. Mallipiirit voitaisiin luoda eri mittaus- ja säätöpiireistä, kuten lämpötila-, virtaus-, paine-, pinta- ja moottoripiireistä. Samaa projektipohjaa hyödyntämällä voitaisiin luoda mallipohjia prosessi- ja sähkösuunnitteluun. Tämä mallipohja voitaisiin tehdä myös tehdastyypikohtaisesti.

Pidin työn tekemisestä, lisäksi opin paljon ProElinan ja muiden Virtual Site-ympäristön sovellusten käytöstä ja toiminnasta. Tämä oli hyvä ja konkreettinen tapa oppia ja tuottaa hyödyllinen projektimallipohja ja sen mallidatankirjasto. Kiitos työtovereilleni Maiju Höltälle ja Jari Kivelälle neuvoista ja kannustuksesta opinnäytetyön tekemisessä, unohtamatta opinnäytetyöni ohjaajia.

LÄHTEET

Automaatio ja instrumentointi. 2022. AFRY Manuals. WWW-dokumentti. Saatavissa rajoitetusti: <https://afrymanuals.azurewebsites.net/2023/06/01/automaatio-ja-instrumentointi/#yleiset-projektim%C3%A4%C3%A4rittelyt-ja-ohjeet> [viitattu 20.10.2023].

Automaatiosuunnittelun prosessimalli – Yhteiset käsitteet verkottuneen suunnittelun perustana. 2007. Suomen Automaatioseura ry 35. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1426/automaatiosuunnittelun_prosessimalli.pdf [viitattu 6.12.2023].

Automation tools. 2022. AFRY Manuals. WWW-dokumentti. Saatavissa rajoitetusti: <https://afrymanuals.azurewebsites.net/2023/05/30/automation-tools/> [viitattu 27.10.2023].

Helin, S. 2023. AFRY Sales and Project Model. AFRY Finland. Toimintaohjeistus. PDF-dokumentti. Saatavissa rajoitetusti: <https://afonline.sharepoint.com/sites/SalesandDelivery/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?web=1&FolderCTID=0x012000861322A1961FE2429CE4627208B757F9&id=%2Fsites%2FSalesandDelivery%2FShared%20Documents%2FAFRY%20Sales%20and%20Project%20Model%2FASPM%20001%20Top%20Level%20Documents%2FPM%20001%20General%20Project%20Management%2Epdf&viewid=a12c3504%2Db82f%2D4f77%2D89dc%2D553701bdd980&parent=%2Fsites%2FSalesandDelivery%2FShared%20Documents%2FAFRY%20Sales%20and%20Project%20Model%2FASPM%20001%20Top%20Level%20Documents> [viitattu 29.9.2023].

Hölttä, M. 2019. Automaatiosuunnittelun toimintakaavioiden tekoavan kehittäminen. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. Energiatekniikan koulutus. Opinnäyte. PDF-dokumentti. Saatavissa: Yksä-arkisto [viitattu 25.10.2023].

Jyrkänne, T., Mäkelä, J., Kivelä, J., Vertanen, H-M & Mäkelä, M. 2023. Tools and methods for hydrogen plant design. REGWA 30. Energie-Symposium 59. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.hochschule-stralsund.de/storage/hs-stralsund/IRES/Tagungsband_2023.pdf [viitattu 6.12.2023].

Mäkelä, M., Immonen, S. 2019. Progress in the Implementation of Smart Elements in Process Control. IEEE Xplore, 2019 Open Conference of Electrical, Electronic and Information Sciences (eStream). WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8732154> [viitattu 7.12.2023].

Oracle VARCHAR2. 2023. Oracle Tutorial. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.oracletutorial.com/oracle-basics/oracle-varchar2/> [viitattu 3.11.2023].

Paju, J-M. 2021. Execution. Process map. AFRY Finland. WWW-dokumentti. Saatavissa rajoitetusti: <https://poyry.ims.fi/servlet/ActionServlet?action=frameset> [viitattu 6.10.2023].

Pelin, R. 2011. Projektihallinnan käsikirja. 7. uudistettu painos. Helsinki: Projektijohtaminen Oy Risto Pelin.

ProElina general instructions 6.0. 2023. VSE Help Portal. WWW-dokumentti. Saatavissa rajoitetusti: <https://vsehelpportal.afryvirtualseite.com/2021/11/01/general-written-material-6-0/#reportgen> [viitattu 27.10.2023].

Tietoa meistä. 2023. AFRY AB. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://afry.com/fi-fi/tietoa-meista> [viitattu 6.9.2023].

LIITE 1 Metadatakoodaus tiedonsiirrossa

Language	Type	Discipline
en	Prod_Component	I

Project Id	Project Description	Created	Creator
		24.3.2017	

Column	Data Type	Max Length
Component ID	VARCHAR2	45
Dis	VARCHAR2	8
Func	VARCHAR2	4
Group	VARCHAR2	20
Manuf	VARCHAR2	8
Key1	VARCHAR2	10
Set	VARCHAR2	4
Name 1	VARCHAR2	52
Name 2	VARCHAR2	104
Name 1 (lang 2)	VARCHAR2	52
Name 2 (lang 2)	VARCHAR2	104
Long Description	VARCHAR2	2000
Type 1	VARCHAR2	26
Type 2	VARCHAR2	26
Type 3	VARCHAR2	26
Ref Code 1	VARCHAR2	32
Ref Code 2	VARCHAR2	70
Name Plate	VARCHAR2	4
Size 1	VARCHAR2	10
Size 1 Unit	VARCHAR2	10
Size 2	VARCHAR2	10
Size 2 Unit	VARCHAR2	10
Length	NUMBER	8.2
Length Unit	VARCHAR2	10
Width/Dia	NUMBER	8.2
Width/Dia Unit	VARCHAR2	10
Weight	NUMBER	8.2
Weight Unit	VARCHAR2	10
Terminal Group	VARCHAR2	10
Category	VARCHAR2	8
Data Group	VARCHAR2	10
Component Class	VARCHAR2	8
Range (Min)	VARCHAR2	16
Range (Max)	VARCHAR2	16
Range Unit	VARCHAR2	10
Capacity	VARCHAR2	10
Capacity Unit	VARCHAR2	10
Nominal Pressure	VARCHAR2	10
Nominal Pressure Unit	VARCHAR2	10
Drilling	VARCHAR2	10
Drilling Unit	VARCHAR2	10
Connection	VARCHAR2	4
Enclosure Class	VARCHAR2	8
FieldBus Voltage	NUMBER	7.2
FieldBus Voltage Unit	VARCHAR2	10
FieldBus Current	NUMBER	7.2
FieldBus Current Unit	VARCHAR2	10
FieldBus Fault Current	NUMBER	7.2