



Daniel Korhonen

Big-Flash -hankkeen kehitysprojekti Bluefors Oy:lle

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Konetekniikka tutkinto-ohjelman
Opinnäytetyö
5.3.2023

Tiivistelmä

Tekijä: Daniel Korhonen
Otsikko: Big-Flash -hankkeen kehitysprojekti Bluefors Oy:lle
Sivumäärä: 41 sivua
Aika: 5.3.2023

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine: Koneautomaatio
Ohjaajat: Lehtori Antti Liljaniemi
Projekti-insinööri Iiro Björk

Insinööriyön tavoitteena oli kehittää Bluefors Oy:n tuotantoprosessia yrityksen hienokokoonpano-osastolla. Keskeisenä kehityskohteena oli automaatiolaitteen toiminnan parantaminen, jossa laite suoritti laadunvarmistus- ja täyttösyklejä yrityksen valmistamille komponenteille. Tämä kehitystyö oli osa laajempaa Big-Flash -hanketta, joka kuuluu Metropolian AMK:n TKI-toimintaan, keskittyen tutkimukseen, kehitykseen ja innovaatioon.

Projektin onnistumiselle oli keskeistä Big-Flash -hankkeen tuoma projektimetodologia, joka mahdollisti projektin toteutuksen selkeissä vaiheissa. Työssä hyödynnettiin hankkeen tuomaa Spin-menetelmää asiakkaan ongelman ymmärtämiseen, Suvituuli-projektia konseptin kehittämiseen ja Salama-projektia laitteiston toteutukseen. Tämä toi kokonaisuudessaan ketterän projektimenetelmän läpi toteutuksen.

Projektin tuloksena kehitettiin uusi automaatiolaitte, joka on merkittävästi nopeuttanut ja lisännyt varmuutta Bluefors Oy:n tuotantoprosessiin. Opinnäytetyö tarjoaa näkökulman siihen, miten hanketoiminta voi kehittää toimintatapoja, jotka vastaavat yritysten teknologian kehitystarpeisiin, tukeutuen tiiviisti korkeakoulu yhteistyöhön.

Avainsanat: Innovaatio, projektimetodologia, teknologia, automaatio

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Daniel Korhonen
Title: Big-Flash Project Development for Bluefors Oy
Number of Pages: 41 pages
Date: 5 march 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Mechanical engineering
Professional Major: Machine Automation
Supervisors: Antti Liljaniemi, Lecturer
Iiro Björk, Project Engineer

The objective of this Bachelor's thesis was to develop the production process at Bluefors Oy, specifically within the company's precision assembly department. The primary focus of development was on improving the operation of the automation device, which performed quality assurance and filling cycles for components manufactured by the company. This development work was part of the broader Big-Flash project, which is associated with Metropolia University of Applied Sciences' RDI activities (Research, Development, and Innovation).

A key to the project's success was the project methodology introduced by the Big-Flash project, which enabled the implementation of the project in clear stages. The work utilized the Spin method, brought by the project, for understanding the customer's problem, the Suvituuli project for concept development, and the Salama project for equipment implementation.

As a result of the project, a new automation device was developed, which has significantly accelerated and added certainty to the production process at Bluefors Oy. The thesis offers a perspective on how project activities can develop operational practices that meet the technological development needs of companies, relying closely on collaboration with institutions of higher education.

Keywords: Innovation, project methodology, technology, automation

Sisällysluettelo

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tutkimusmenetelmät	2
2.1	Metropolian TKI-palvelut	2
2.2	Ketterä-menetelmä	3
2.3	Big-Flash -hanke	5
2.4	Big-Flash-metodologia	6
3	Projektintoteutus Bluefors Oy	10
3.1	SPIN – Tavoitteiden määrittely	10
3.2	Suvituuli – <i>PoC (Proof of Concept)</i>	11
3.3	Salamavaihe – Toteutus	13
3.3.1	Konseptointi työasemasta	15
3.3.2	Toiminnalliset työaseman osat ja kaaviot	17
3.3.3	Automaatio- ja sähkösuunnittelu	23
3.3.4	Työpisteen ja laitteiston kokoonpanot	30
3.3.5	Laitteen käyttöönotto, ja pilotointi Bluefors Oy:ssä.	32
4	Analyysi	34
4.1	Teknis-taloudellinen arviointi	34
4.2	Toiminallinen kehitys	35
4.3	Big-Flash-metodologia	36
5	Yhteenveto	38
5.1	Toteutus	38
5.2	Jatkotoimenpiteet	39
	Lähteet	40

Lyhenteet

PoC: *Proof Of Concept*: Konseptitodistus on tietyn menetelmän tai idean osoittaminen toteuttamiskelpoiseksi tai havainnollistaa periaatetta, jonka tarkoituksena on todentaa, että jotain käsitettä tai teoriaa on mahdollista käyttää.

SPIN-menetelmä: Lyhenne 'SPIN' viittaa neljään keskeiseen käsitteeseen: Situation (Tilanne), Problem (Ongelma), Implication (Seuraus) ja Need (Tarve). Tämä lyhenne ohjaa tarvekartoitusta ja ongelmanratkaisua auttaen strukturoimaan prosessia siten, että ymmärretään tilanne, tunnistetaan ongelma, arvioidaan seuraukset ja määritellään selkeästi tarpeet.

RIEP-menetelmä: Rapid Iterative Experimentation process. Nopea iteratiivinen experimentaalinen prosessi – menetelmä.

TKI-palvelut: Palvelut jotka kohdistuvat tutkimukseen, kehitykseen ja innovaation tuottamiseen.

PK- yritykset: Pienet ja keskisuuret yritykset.

CAD-Lyhenne: Computer-Aided Design eli tietokoneavusteinen suunnittelu. CAD-malli on digitaalinen malli, joka luodaan CAD-ohjelmiston avulla, mahdollistaen tarkan 2D- tai 3D-suunnittelun monilla eri aloilla.

PL-taso: PL-taso (Performance Level) on turvallisuusstandardi, joka ilmaisee turvajärjestelmän tai -osan kykyä suorittaa vaarallisen koneen tai prosessin turvallisuustoiminto luotettavasti. PL-tasot on määritelty standardissa ISO

13849-1, ja ne auttavat arvioimaan ja osoittamaan koneiden turvallisuuskomponenttien ja -järjestelmien suorituskykyä.

CPU Keskusyksikkö (engl. Central Processing Unit), on tietokoneen tai muun digitaalisen laitteen pääsuoritin, joka suorittaa ohjelmien komentoja ja käsittelee tietoja.

MTTF: (Mean Time To Failure) on keskimääräinen aika, jonka laite tai komponentti toimii ennen kuin se hajoaa tai epäonnistuu ensimmäisen kerran. Se on luotettavuustekijä, jota käytetään arvioimaan tuotteen tai järjestelmän odotettavissa olevaa toiminta-aikaa ennen vikaa.

IoT: (Internet on Things) suomennos on *esineiden internetin*. Viittaa siihen että tekniikoiden avulla voidaan kytkeä laitteita internet-verkkoon ja tämän ansiosta saada tietoa tai ohjata niitä internetin yli.

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön taustalla on tarve vastata jatkuvasti kehittyvän teknologian asettamiin haasteisiin ja ymmärtää, miten oppilaitokset voivat muovautua vastaamaan yritysten tarpeisiin. Bluefors Oy toimi projektissa toimeksiantajana, tuomalla tutkimuksen kohteeksi heidän tuotantoprosessinsa tehostamisen ja laadun parantamiseen kohdatut haasteensa. Yritys on erikoistunut korkean teknologian laitteiden valmistuksessa kvanttiteknologia-alalla [1]. Yrityksen hienokokoonpano-osastolla ilmenneet haasteet laadunvarmistuksessa ja tuotannon nopeudessa ovat esimerkkejä teollisuuden yleisemmistä ongelmista, jotka vaativat innovatiivisia ratkaisuja.

Tämän työn tavoitteena oli kehittää konkreettisia parannuksia Bluefors Oy:n tuotantoprosessiin, keskittyen erityisesti automaatiolaitteen toiminnan optimointiin. Työ oli osa laajempaa Big-Flash -hanketta, joka toteutettiin osana Metropolia Ammattikorkeakoulun TKI-palveluita. Hankkeen puitteissa tutkittiin, minkälaisia teknologioita voidaan hyödyntää tuotantoprosessien tehostamisessa ja tuotantovarmuuden parantamisessa.

Opinnäytetyössä hyödynnetään hankkeen tuomaa projektimetodologiaa, joka koostuu useista vaiheista. Näitä olivat asiakkaan ongelman ymmärtäminen Spin-menetelmän avulla, konseptin kehittäminen Suvituuli-projektivaiheessa ja lopullisen laitteiston toteuttaminen Salama-projektivaiheessa. Työn tarkoituksena oli kehittää uusi automaatiolaite, joka nopeuttaa tuotantoprosessia ja sen varmuutta, sekä tarjoaa mallin, miten vastaavanlaisia haasteita voidaan lähestyä muissa yrityksissä ja toimialoilla.

Tämä opinnäytetyö tarjoaa myös näkökulman siihen, miten yhteistyö korkeakoulujen ja yritysten välillä voi edistää teknologian kehitystä. Kehitystyössä käytetyt menetelmät ja saavutetut tulokset osoittavat, kuinka korkeakouluopinnot voivat kehittää käytännön sovelluksia, jotka tuovat merkittäviä parannuksia ja innovaatioita yrityksiin.

2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmä ei ole aina yksiselitteinen, vaan se voi koostua erilaisista lähestymistavoista, jotka yhdessä auttavat vastaamaan tutkimuskysymyksiin. Tämän periaatteen ohjaamana opinnäytetyössä tarkastellaan, miten Metropolian TKI-palvelut eli tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminta ovat osana yhteiskuntaamme ja yritystemme kehitystä sekä miten tämä toiminta heijastuu eri hankkeiden kautta yrityksiin.

Bluefors Oy:lle tehty projekti tarjoaa käytännön esimerkin siitä, kuinka Big-Flash-hankkeen alaisena toimineet TKI-palvelut olivat yritysten ja koulutuksen välisinä sidoselementteinä. Big-Flashin menetit muodostivat monipuolisen ja toisiinsa täydentävän kokonaisuuden, joka oli suunniteltu vastaamaan erilaisiin ajankohtaisiin teknologisiin haasteisiin käyttäen RIEP-menetelmää (Rapid Iterative Experimentation Process). RIEP-prosessi toimii hyvänä projektin johtamisen työkaluna nopean innovoinnin synnyttämisessä yritysten ja opiskelijoiden välisissä projekteissa. [2.]

2.1 Metropolian TKI-palvelut

”Metropolia tutkimus- kehitys- ja innovaatiotoiminta heijastuu hankkeina, asiakastöinä ja palveluina kolmessa eri innovaatiokeskittymässä.” [3.]

- Tulevaisuuskestävä terveys ja hyvinvointi
- Puhtaat ja kestävät ratkaisut
- Älykäs ja luova kaupunki

Innovaatiokeskittymillä pyritään tuomaan kohdistetusti osaamista näihin kolmeen eri osa-alueeseen hanketoiminnan kautta. Hanketoiminnan tarkoituksena on mahdollistaa uuden tavan oppia, tuottaa ratkaisuja ja tehdä monialaista yhteistyötä merkittävien ilmiöiden tai haasteiden parissa, koko yhteiskunnan

parhaaksi. Kehittäen oppilaskohtaisia innovaatioita, jotka kohdistuvat yrityksen liiketoimintaan ja sen kehitykseen. [3.]

2.2 Ketterä-menetelmä

Ketterä RIEP-menetelmän (Rapid Iterative Experimentation Process) on havaittu olevan lähestymistapa, joka yhdistää nopean innovaation ja oppimisen konseptit. Menetelmä on suunniteltu edistämään innovaatioita ja oppimista organisaatioissa, erityisesti tutkimus- ja liiketoimintaympäristöissä. Tutkiessaan RIEP-menetelmää, voi törmätä moniin erilaisiin merkityksiin tai malleihin, jotka kaikki viittaavat samaan ajatukseen: nopeaan innovointiin ja systemaattiseen lähestymistapaan uusien ideoiden tuottamisessa. [2.]

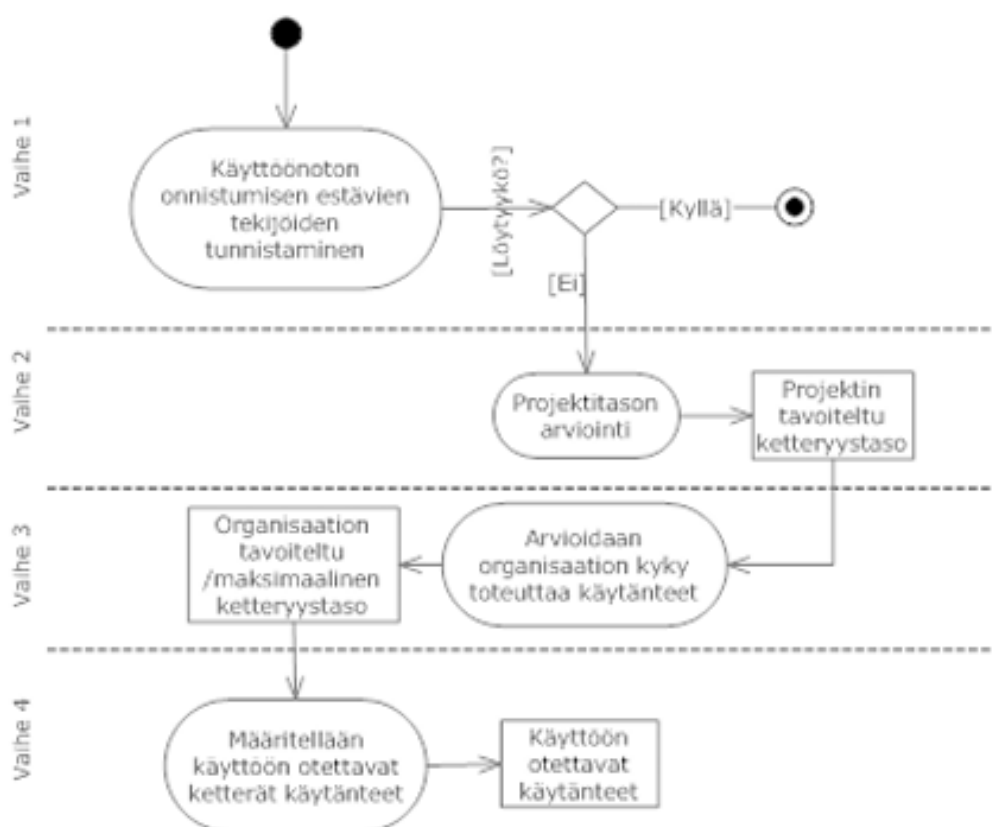
Ketterän kehityksen perustuvana menetelmänä, RIEP-menetelmää sovelletaan usein ohjelmistokehityksessä. Työskentely tapahtuu pieninä ja nopeina sykleinä, iteraatioina, joissa jokainen iteraatio keskittyy tiettyyn tavoitteeseen tai osa-alueeseen ja tuottaa konkreettisia tuloksia, mahdollistaen nopeita edistysaskeleita ja joustavan sopeutumisen. [2.]

Ketterä RIEP-menetelmä ei rajoitu vain teknologiseen kehitykseen. Sen ytimessä on nopean innovaation ja oppimisen yhdistäminen, tavoitteena kokeilla uusia ideoita, prototyyppejä ja konsepteja nopeasti ja ketterästi. Tavoitteena on oppia nopeasti, tunnistaa toimivat ja toimimattomat elementit sekä soveltaa oppimista jatkokehityksessä. [2.]

RIEP-menetelmä on erityisen hyödyllinen tilanteissa, joissa vaaditaan nopeaa reagointia ja sopeutumista muuttuviin olosuhteisiin. Se tarjoaa rakenteen, jonka avulla voidaan samanaikaisesti innovoida ja oppia tehokkaasti. Menetelmä tukee yhteistyötä ja tiedon jakamista tiimien kesken, mikä on olennaista innovaation ja oppimisen edistämisessä. [2.]

Ketterän projektin integroimiseen on esitetty useita vaihejakoja ja nämä ovat esitetty kirjallisuudessa kuten Rohusen kirjallisuudessa ja yksityiskohtaisemalla tasolla Sidky Arthur ja Bohner teoksissa. [4, s.41; 5; 6]

Jaakko Kampin Pro-gradu tutkielmassa 2013, siteerataan Sidkyn kuvainnollistavaa vaihekaaviota, joka havainnollistaa ketterän menetelmän käyttöönottoa vaiheittain. [4, s.45; 6.]



Kuva 1. Sidkyn kuvaava nelivaiheinen prosessi. [6, s.208]

Nelivaiheisessa prosessikaaviossa havainnoidaan ketterän menetelmän käyttöönottoa, jossa jaetaan prosessi neljään vaiheeseen. Jokainen vaihe sisältää tärkeitä aktiviteetteja prosessin parantamiseksi ja organisaation tarpeisiin sopeuttamiseksi. Aluksi arvioidaan organisaation valmiutta ketteriin menetelmiin ja valitaan sopivat käytännöt. Seuraavaksi laaditaan käyttöönoton suunnitelma, jossa priorisoidaan ja valitaan parannustoimet sekä räätälöidään ketterä prosessi. Toteutusvaiheessa tehdään iteratiivisia parannuksia, joiden vaikutuksia

analysoidaan ja kehitetään jatkuvasti, jotta tulokset voidaan integroida organisaation prosessimalliin. Lisäksi korostetaan ketterän menetelmän syklisen ADAPT-mallin merkitystä, joka perustuu tietoisuuden lisäämiseen, halun herättämiseen, valmiuksien kehittämiseen, käyttöönoton edistämiseen ja menetelmän siirtoon. Käyttöönoton onnistuminen vaatii koko organisaation sitoutumista, jatkuvaa koulutusta ja yhteistyötä, sekä muutosagenttien roolia muutoksen tukemisessa ja levittämisessä. Pro gradu tutkielmassa on käsitelty käyttöönotto. [4, s.41 - 46]

2.3 Big-Flash -hanke

Big-Flash -hanke, jonka rahoitti Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR) osana REACT-EU:n toimenpiteitä, pyrki vastaamaan koronakriisin jälkeisiin haasteisiin edistämällä tutkimusta, innovaatiota ja teknologian kehitystä, erityisesti digitalisaation ja yhteiskunnan hiilineutraalisuustavoitteiden näkökulmasta. Hankkeen tavoitteena oli nostaa teknologista osaamistasoa Vantaan ja Uudenmaan alueella, tarjota yrityksille osaamista ja palveluita uusien teknologioiden hyödyntämiseen, kasvattaa alueen yritysten kilpailukykyä ja resilienssiä sekä luoda yhteistyömalli korkeakoulujen ja yritysten välille. ARI-verkosto, joka keskittyi automaatioon, robotiikkaan ja teollisuuden 4.0 ratkaisuihin, oli keskeinen osa hanketta, pyrkimyksenä vakiinnuttaa ja laajentaa sen toimintaa. Hankkeeseen osallistui 84 yritystä, toteutettiin 106 projektia ja saavutettiin merkittäviä edistysaskelaita teknologisessa osaamisessa ja innovaatioissa, jotka tukivat yritysten kilpailukykyä. Hanketta johti Metropolia Ammattikorkeakoulu yhteistyössä Vantaan kaupungin ja useiden yhteistyökumppanien kanssa, tavoitteena tukea alueen elinkeinorakennetta ja edistää kestävästä kehitystä. [7.]

2.4 Big-Flash-metodologia

Big-Flash -hankkeen projekti rakentuu eri metodien avulla, jonka tarkoitus on muodostaa järjestelmällinen tapa vastaanottaa yritysprojekteja, muovata näistä oppilaitoksillekelpoisia ja ohjata projektikulkua sekä toteutusta.

Projektien tarkoitus on mahdollistaa oppilaitosyhteistyön kautta uusien teknologiaratkaisujen vieminen yrityksiin. RIEP-menetelmää käyttäen luoda ketteriä ja innovatiivisia ratkaisutapoja uuden teknologian integroimisessa. Neljän teknologian keskiössä on.

- kobotiikka.
- autonominen robotiikka.
- IoT ja 5g.
- koneoppiminen ja tekoäly.

TARVE	TAVOITE	RATKAISU	TEOT	MUUTOS	VAIKUTUS
Osaamisvaje 4.0. teknologioissa.	Vahvistaa yritysten teknologista osaamista.	Järjestetään koulutusta ja käytännön kokeiluja.	Kuusi erillistä MOOC kurssi: neljä teknologiaa ja kaksi projektiin liittyvää.	Kurssin suorittaneet osaavat perusasiat ko. teknologiasta.	Yritysten ja oppilaitosten osaaminen 4.0 teknologioissa kehittyi.
Yritysten on vaikea kokeilla ja ottaa käyttöön uutta teknologiaa.	Edistää yritysten mahdollisuuksia uuden teknologian käyttöön ottamisessa.	Yrityksille järjestetään mahdollisuus kokeilla heille soveltuvaa teknologista ratkaisua.	100 + 20 + 2 kehittämisprojektiä.	Yritykset ottavat enemmän käyttöön uutta teknologiaa.	Yritysten kilpailukyky ja resilienssi paranee.
Kilpailukykyä tulee kasvattaa huomioiden vihreänäkökulma.	Tuottaa yrityksille välineitä liiketoiminnan analysointiin ja kehittämiseen.	Vahvistetaan osaamista koulutuksella, teknologiaprojekteilla ja luodaan uusi laskentamalli.	Luodaan laskentamalli, jota käytetään hankkeen projekteissa.	Yritykset osaavat arvioida kilpailukyvn, investointien kannattavuuden ja hiilineutraaliuden vaikutukset.	Yritysten resilienssi vahvistuu.
Kohtaanto-ongelma: työvoiman osaamisen ja työtehtävien vaatiman osaamisen välillä on kuilu.	Oppilaitoksista valmistuvilla on yritysten tarvitsema osaaminen.	Edistetään yritysten ja oppilaitosten käytännön yhteistyötä.	Mallinnetaan yhteistyö, hankitaan alustat, kutsutaan muita oppilaitoksia verkostoon.	Oppilaitokset saavat tietoa yritysten osaamistarpeista ja kehittävät koulutustaan.	Yrityksillä paremmat mahdollisuudet rekrytoida tarvitsemiaan osaajia.
Yritykset tarvitsevat innovaatioita, uutta tutkimusta ja osaamista edistävää verkostoa.	Verkostomaisen teknologia-alan osaamiskeskittymän kehittäminen.	Vahvistetaan ARI – osaamisverkoston toimintaa.	Määritellään tavoitteet ja toimintatavat, kasvatetaan verkoston kokonaislaajuus 150.	Yritysten, oppilaitosten ja asiantuntija-organisaatioiden välinen yhteistyö vahvistuu.	Yritysten ketteryyys ottaa käyttöön uutta teknologiaa paranee.

Kuva 2. Big-Flash -Hanketoiminnan vaikuttavuustaulukko [8]

Projektin toteutusmetodiikka jakautui seuraaviin vaiheisiin:

1. SPIN-keskustelu
2. Suvituuli-projekti
3. Salama-projekti
4. Iso Myrsky -projekti

Neil Rackhamin vuonna 1988 lanseeraama SPIN-menetelmä, kyselytekniikka, joka perustuu asiakkaan ongelmanratkaisumenetelmään, on tarkoitettu ymmärtämään, millaisten ongelmien kanssa asiakas kamppailee, ja miten muodostaa oikeat argumentit ratkaisun myymiseksi ja sen tuomien hyötyjen esittämiseksi.

Nettikurssi, joka on tehty Neil Rackhamin- Spin Selling teoksen perusteella. 'SPIN' viittaa neljään keskeiseen käsitteeseen: Tilanne, Ongelma, Seuraus ja Tarve, jotka auttavat muodostamaan prosessin, jossa tilanne ymmärretään, ongelma tunnistetaan, seuraukset arvioidaan ja tarpeet määritellään selkeästi. [9.]

SPIN-menetelmää on sovellettu Big-Flash -hankkeessa asiakasprojektien tarvekartoitukseen, tavoitteena löytää yritysasiakkailta uuden teknologian integroimiseen liittyviä kehitysprojekteja. Hankkeen kehitysprojektien tavoitteena oli vastata yrityksen ongelmiin nopeatempoisilla projektimodeilla, joissa oikeat tavoitteet luodaan tunnistamalla yritysasiakkaan ongelmat. [9.]

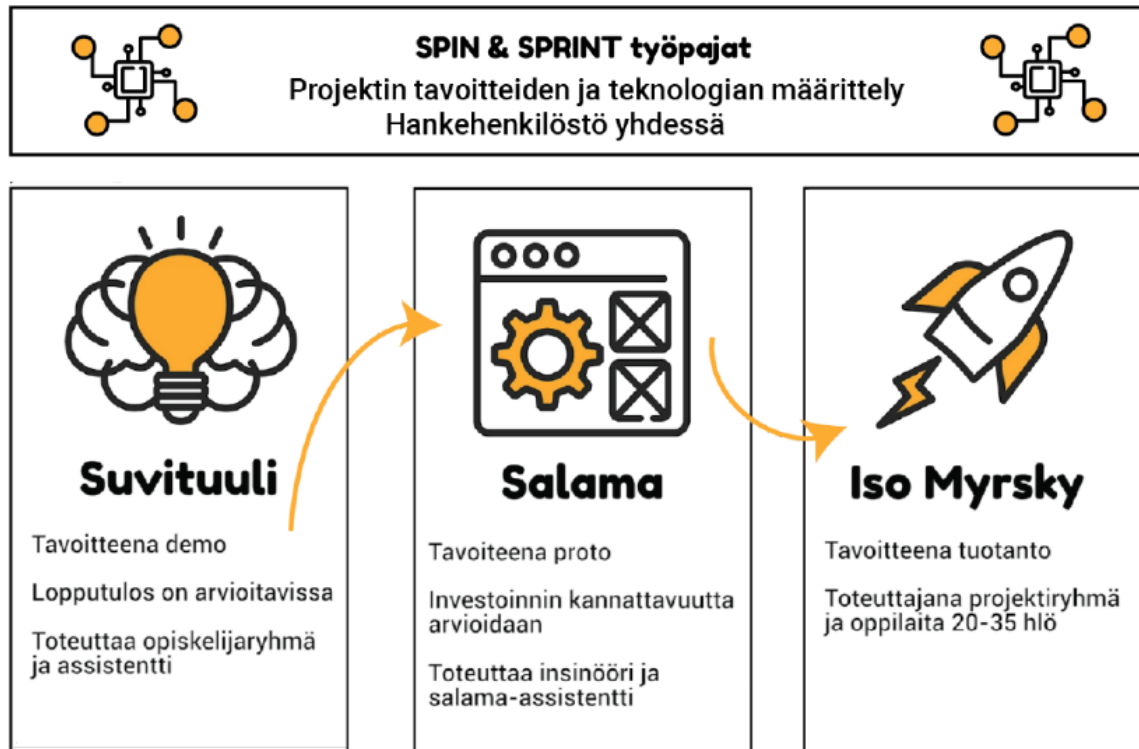
Keskustelun aikana pyrittiin löytämään yritysasiakkaan liiketoiminnasta kehityskohteita, joiden avulla voitaisiin vastata hankkeen teknologia-aiheisiin teemoihin. Keskustelun tavoitteena oli muotoilla havaituista ongelmista oppilasprojekteja, jotka toteutettaisiin osana Metropolian AMK:n eri tutkintolinjojen projektikursseja.

Projektiaihiosta muodostettiin projektikortteja, joissa pyrittiin tuomaan selkeästi esille yrityksen toimeksiantoprojektien taustat, tavoitteet, osaamistarpeet, lähtökohdat ja aikataulu. Näiden toimenpiteiden tavoitteena oli antaa opiskelijoille selkeä kuvaus yritysprojektista ja tutustuttaa heidät Suvituuliprojektimalliin.

Suvituuliprojektissa tavoitellaan asiakkaan tarpeisiin vastaamista opiskelijälähtöisellä projektilla, käyttäen RIEP-menetelmää opiskelijoiden innovatiivisten ja idearikkaiden aivoriihien tehostamiseen. Suvituuli-projekti on nopeatempoinen, muutaman kuukauden kestävä projekti, jonka tavoitteena on luoda asiakkaalle konsepti (Proof of Concept) tai demonstraatio.

Salama-projekti on jatkotoimenpide Suvituuli-vaiheelle, ja siihen siirrytään, kun asiakas on vakuuttunut Suvituuli-vaiheesta syntyneestä ideasta ja konseptista. Jatkotoimenpiteenä on konseptin prototyypin rakentaminen. Salama-vaihe vaatii enemmän resursseja ja tukea, minkä vuoksi hanke tarjoaa projektin toteuttamiseen palkallisen salama-assistentin paikan opiskelijalle. Opiskelijalle tarjotaan tukea projektin suorittamisessa hankkeen osaajaverkosta hyödyntäen.

Iso Myrsky -projekti on Salama-projektin laajennus, jossa prototyypivaiheen tulokset vakuuttavat ja luovat selkeän vision tuotteistamiselle. Tässä vaiheessa käytetään laajemmin resursseja ja asiantuntijoita projektin toteuttamiseen, ja hankkeen henkilökunta vastaa projektin lopputuloksista. Isomyrskyn päämääränä on tuotteistaminen tai laajan tutkimustyön toteuttaminen.



Kuva 3. Big-Flash -hankkeen projektien-toimintamalli [10]

Hankeprojektien toteutus oli osana EU-REACT COVID-19 pandemia-ajan aluekehitysrahastoa, Tutkimus- ja innovaatiotoiminnan kehittäminen erityisesti digitalisaation edistämisen ja yhteiskunnan hiilineutraalisuustavoitteen toteutumisen näkökulmasta. [7.]

3 Projektintoteutus Bluefors Oy

Projektin toteutus oli vuoden mittainen prosessi, joka aloitettiin syksyllä 2022. Projektin käynnistämiseen johti SPIN-keskustelu, jonka tavoitteena oli projektin aiheen ja tavoitteen kartoittaminen. Sen jälkeen Big-Flash -hanke rekrytoi Metropolia ammattikorkeakoulun eri osaamisalueiden opiskelijoita suorittamaan tutkintoon liittyviä projektikursseja hankkeelle. Projektin toteuttamiseksi hanke suoritti Bluefors Oy:lle Spin-keskustelun sekä Suvituuli- ja Salamaprojektit.

Projektin laajuudet ovat oppilasvetoisissa projekteissa hankaloittava tekijä. Ratkaisut ovat monesti mahdottomia hahmottaa pelkästään SPIN-keskustelun perusteella, joten yleensä Suvituuli-projektivaiheen aikana luodaan oikea ymmärrys ongelmasta, johon yritykset tarvitsevat ratkaisun.

3.1 SPIN – Tavoitteiden määrittely

SPIN-keskustelu oli projektin lähtökohta, jonka tarkoituksena oli yrityksen ensitapaamisella kartoittaa mahdollisia ongelmia sekä kehityskohteita mitä yritys kohtasi liiketoiminnassaan. Hankkeen tavoitteena oli edistää yritysten teknologista tasoa sekä kilpailukykyä. Tämän perusteella projektiksi valikoitui tuotantolaitteen revisio eli olemassa olevan järjestelmän uudelleensuunnittelu sekä parantaminen automaation asteen kasvattamisen kautta. SPIN-menetelmä oli ongelmakohteiden kartoituksessa toimiva työkalu, kun yrityksen kanssa käydyssä keskustelussa tuli ilmi laitteen vioittumiset ja tuotannolliset pullonkaulat. Asiakkaan tilanne ja ongelma havaittiin helposti. Projektin luonne muodostui automaatiokeskeiseksi ratkaisuksi, jossa opiskelijat suunnittelivat eri ratkaisumahdollisuuksia Bluefors Oy:n automatisoituun tuotantolaitteeseen.

3.2 Suvituuli – *PoC (Proof of Concept)*

Big-Flash -hanke tarjosi sekä yrityksille että opiskelijoille uuden kokemuksen. Menetelmän avulla opiskelijat saivat mahdollisuuden osallistua yritysprojekteihin saaden tukea ja ohjausta hankkeen henkilökunnalta. Projektin vetovastuun siirtäminen opiskelijoille oli tärkeää, sillä hankkeen tavoitteena oli myös kehittää opiskelijoiden projektinhallintataitoja. Hankkeen henkilökunnan avulla opiskelijat ja yritykset pääsivät alkuun projektissa, jossa hanke pyrki tukemaan projektin etenemistä ja raportointia projektiassistentin ja -mentorien avulla. Suvituuli-vaihe toimi projektin keskeisenä tutkimus- ja kehitysvaiheena, jossa tutustuttiin Bluefors Oy:n yritykseen sekä heidän tarjoamaansa tuotantolaittekehitysprojektiin ja tämän toiminnalliseen kehittämiseen.

Suvituuli-vaihe alkoi Big-Flash -hankkeen ja Bluefors Oy:n välisen SPIN-keskustelun jälkeen. Aloitustapaamisessa Big-Flashin tiimi ja opiskelijat tutustuivat Bluefors yritykseen ja sen tuotantotiloihin Pitäjänmäessä. Kokouksessa tarkennettiin projektin aihetta ja kehitysideoita pohdittiin yhdessä. Koulun, hankkeen sekä yrityksen tarjoamat resurssit käytiin yhdessä läpi ja niistä sovittiin.

Aloituspalaverin jälkeen laadittiin muistio, jonka pohjalta projektisuunnitelmaa alettiin muovaamaan. Tässä vaiheessa opiskelijoita tuettiin tavoitteiden määrittämisessä, ja projektisuunnitelman teossa. Pidettiin äärimmäisen tärkeänä vaiheittaista suunnitelman tekemistä, jossa järjestelmällisesti eri vaiheiden saavuttaminen auttoi edetä kohti ongelman ratkaisua. Opiskelijoiden projektisuunnitelmaa käytiin läpi Bluefors Oy:n kanssa, sillä projektin suunnitelmaa luo rungon tekemiselle. Hankkeen, yrityksen ja opiskelijoiden kesken oltiin yksimielisiä siitä, mitä alettiin tekemään.

Projektin suvituulivaiheen tavoitteeksi muodostui muutossuunnitelman laatiminen käytössä olevalle automaatiojärjestelmälle kehitystoiveiden mukaisesti. Kehitystoiveet sisälsivät logiikkaohjelman ja fyysisen lämmitysjärjestelmän tehostamisen. Lähtömateriaalina toimi automaatiojärjestelmälle laadittu

logiikkaohjelma, logiikkaohjelman käyttöohje ja hajanainen tieto tuotantolaitteesta. Projektityössä käytettiin apuna TIA Portal- ja SolidWorks -suunnitteluohjelmistoja.

Logiikkaohjelma osoittautui odotettua monimutkaisemmin laadituksi, eikä siinä ollut noudatettu suositeltuja ohjelmointistandardeja. Muutosten tekeminen ohjelmaan edellytti seikkaperäistä selvitystä ohjelmassa käytetyistä toiminnoista. Selvitystyö vaati ajallisesti huomattavan panostuksen, minkä vuoksi uuden logiikkaohjelman konseptin laatiminen oli järkevämpi projektin kannalta.

Projektin tuloksena Bluefors Oy:lle ehdotettiin uuden modulaarisen logiikkaohjelman ohjelmointia, joka noudattaisi ohjelmointistandardeja ja jonka kapasiteetti olisi tarvittaessa laajennettavissa.

Projektiryhmä osallistui useisiin työpajoihin, joissa he suunnittelivat ja testasivat uusia ratkaisuja yhdessä hankkeen insinöörien kanssa. Tämän yhteistyön ansiosta yritys pystyi ymmärtämään paremmin omia tarpeitaan ja vaatimuksiaan. Kun opiskelijaryhmä oli koonnut kaikki havaintonsa ja analyysinsä, he laativat yksityiskohtaisen Suvituuli-raportin, joka esitteli projektin tulokset ja antoi yritykselle selkeän kuvan nykyisen laitteen ongelmista. Raportissa esitettiin myös ehdotuksia järjestelmän parantamisesta sekä alustavan suunnitelman seuraaville kehitysvaiheille.

Bluefors Oy:n kanssa pidetyssä suvituulivaiheen loppupalaverissa käytiin läpi raportin tulokset ja keskusteltiin mahdollisista seuraavista askeleista. Yritys oli erittäin tyytyväinen saatuun analyysiin, ja projektin jatkamisesta sovittiin edelleen osana Big-Flash -hanketta. Projektin jatkotoimenpiteenä oli siirtyminen Salamavaihe-projektiin.



Kuva 4. Bluefors Oy:n käytössä oleva automatisoitu tuotantojärjestelmä

3.3 Salamavaihe – Toteutus

Big-Flash-metodi koostu vaiheittaisista projektimalleista, jonka tarkoitus on luoda järjestelmällinen tapa suorittaa projekteja pienemmissä kokonaisuuksissa. Projektin vaiheet muodostivat jaksollisen järjestelmän toteutukseen. Suvituuli-projekti loi hyvän pohjan Salama-projektia varten. Salama-vaihe oli helppo aloittaa ,koska järjestelmän analyysi ja ymmärrys toiminnasta oli selkeä. Salama-projektimallissa halusin soveltaa järjestelmällisempää lähestymistapaa projektin toteuttamiseen ja näin ollen tämä noudatti kaskadityyppisen projektinhallintamallin.

Kaskadiprojektin hallintamalli toisella nimellä myös tunnettu vesiputousmalli on projektinhallinnan menetelmä, jota käytetään erityisesti ohjelmistokehityksessä. Tämä malli etenee lineaarisesti ja sekventiaalisesti vaiheittain alusta loppuun

ilman, että edellisiin vaiheisiin palataan. Kaskadimallin vaiheet ovat yleensä määrittely, suunnittelu, toteutus, testaus, toimitus ja ylläpito. Malli korostaa suunnittelun, aikataulutuksen ja budjetoinnin tärkeyttä projektin alussa, ja se soveltuu parhaiten projekteihin, joissa vaatimukset ovat hyvin ymmärrettyjä ja muuttumattomia projektin elinkaaren aikana. Mahdollistaen projektin systemaattisen ja vaiheittaisen etenemisen. [11;12, s. 50 - 55]

Projektin alkuvaiheessa määriteltiin toimintatavat ja resursoitiin tarvittava hanke henkilökunnan projektiin. Viikoittaiset palaverit Bluefors Oy:n kanssa sovittiin tiiviiksi osaksi projektin etenemistä. Palaverit olivat olennainen osa projektin konseptointia ja suunnittelua, ja niissä keskusteltiin työnjaosta ja toteutusmenetelmistä, mikä on tyypillistä kaskadimallin mukaiselle projektinhallinnalle.

Projektin-salama toteutus alkoi virallisesti 29. tammikuuta 2023 perinteisesti projektisuunnitelman laatimisella. Suunnitelma kattoi tuotantolaitteen suunnittelun, rakentamisen ja ohjelmoinnin osa-alueet sekä sisälsi aikataulutuksen ja karkean budjetin. Edellisten analyysien perusteella tunnistimme kehitystarpeet, projektin tavoitteet sekä luotu konsepteja näiden toteuttamiselle. Salamavaiheen projektisuunnitelmalla keskityttiin toteutuksen suunniteluun. Tässä suoritettiin vaiheittaisesti digitaalinen prototyyppi, jonka kehityksen kautta toteutettiin lopullinen automaatiolaite sekä siihen kuuluva työaseman. Projektissa noudatettiin kaskadityyppisen projektinhallinnan peruseriaatteita.

Projekti jaettiin useisiin osa-alueisiin, ja jokainen osa-alue muodosti yhden vaiheen kaskadimallissa. Projektin osa-alueet jakautuivat seuraavasti:

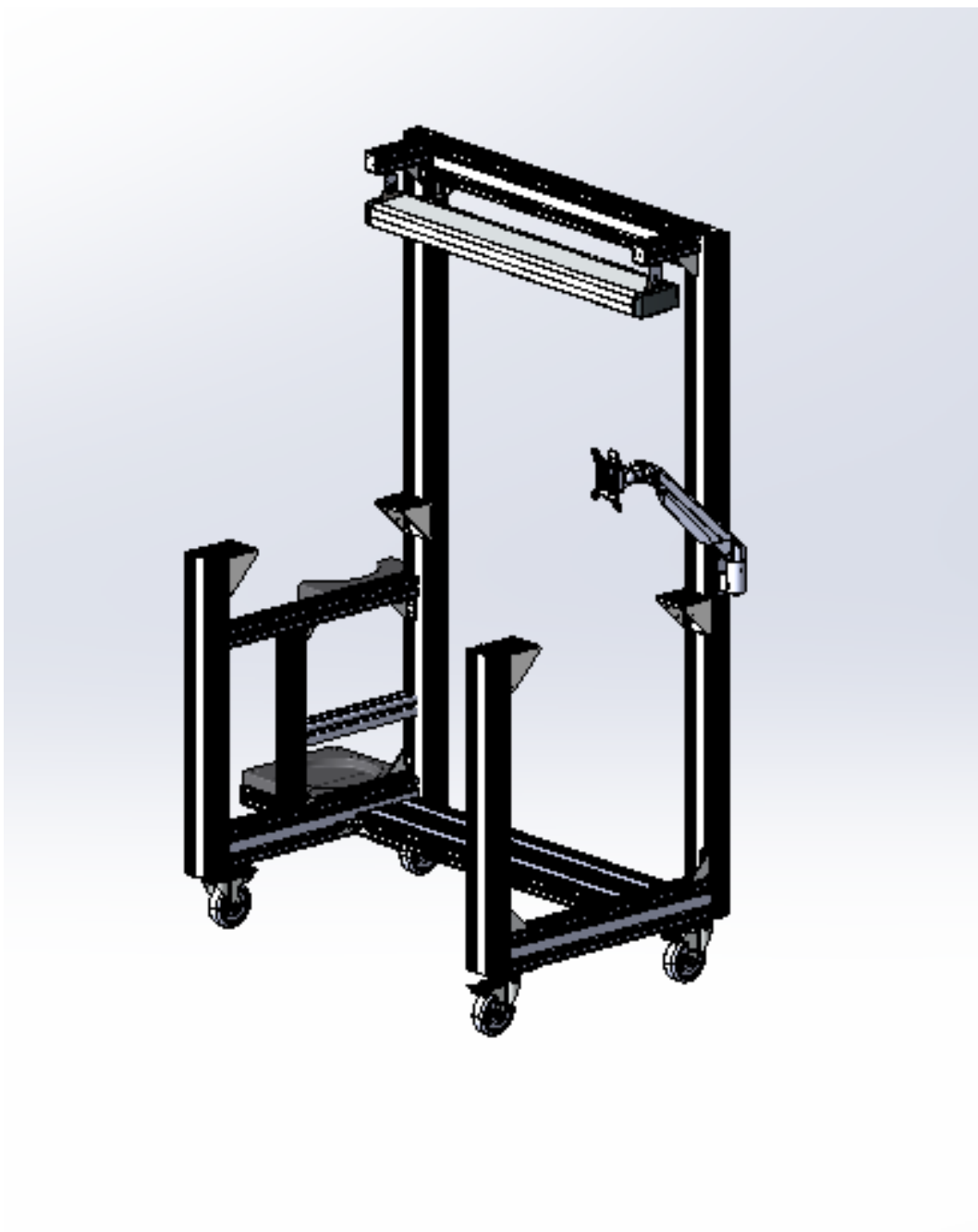
1. Työaseman suunnittelu ja konseptointi digitaalisena kaksosena
2. Järjestelmän toimivuuden varmistaminen: Laadittiin PI-kaaviot ja sähkökuvat järjestelmälle teoreettisen toimivuuden varmistamiseksi.
3. Budjetointi ja komponenttitilaukset.

4. Ohjausjärjestelmän valinta ja ohjelmointi: Twincat-ohjelmistolla (Beckhoff Automation Systems).
5. Työpisteen ja laitteiston kokoonpanot.
6. Riskianalyysi
7. Laitteiston toimittaminen yritykseen, ja pilotointi.
8. Hienosäätö ja viimeistely.

Hyvien suunnitteluperiaatteiden noudattaminen ja projektin jaksottaminen isompiin kokonaisuuksiin mahdollistivat selkeän etenemisprosessin. Suorituksen aikana projekti koostui useista peräkkäisistä vaiheista sekä tehtävistä, joissa kunkin vaiheen lopputulos toimi seuraavan vaiheen lähtökohtana.

3.3.1 Konseptointi työasemasta

Työaseman suunnittelussa otettiin huomioon yrityksen tarpeet ja vaatimukset. Edellisen työaseman käyttäjiltä kysyttiin mielipiteitä ja kehitysehdotuksia, jonka perusteella ryhdyttiin iteroimaan suunnitelmaan mallinnusohjelmalla. Konseptointivaiheessa oli tärkeitä viikoittaiset palaverit, jossa vaihdettiin ajatuksia ja muovattiin yrityksen tarpeiden mukaan konseptia uuden työaseman kehityksessä.



Kuva 5. Solidworks-ohjelmalla suunniteltu työaseman runko alumiiniprofiilista

Siirrettävyyteen ja kokoluokkaan kiinnitettiin erityistä huomiota työaseman suunnittelussa, jotta työpiste (kuva 5) olisi mahdollisimman tilaa säästävä ja helposti liikuteltava. Alumiiniprofiilista suunniteltu työpiste koettiin parhaaksi ratkaisuksi sen helpon kokoonpanon ja modulaarisuuden ansiosta. Rungon ulkonäköön ei kiinnitetty erityistä huomiota; teollinen ja harmaa sävy katsottiin sopiviksi

tuotantotilaympäristöön. Pöydän runkomallissa on integroitu työvalo sekä näyttöpidike tulevia lisäosia varten.

3.3.2 Toiminnalliset työaseman osat ja kaaviot

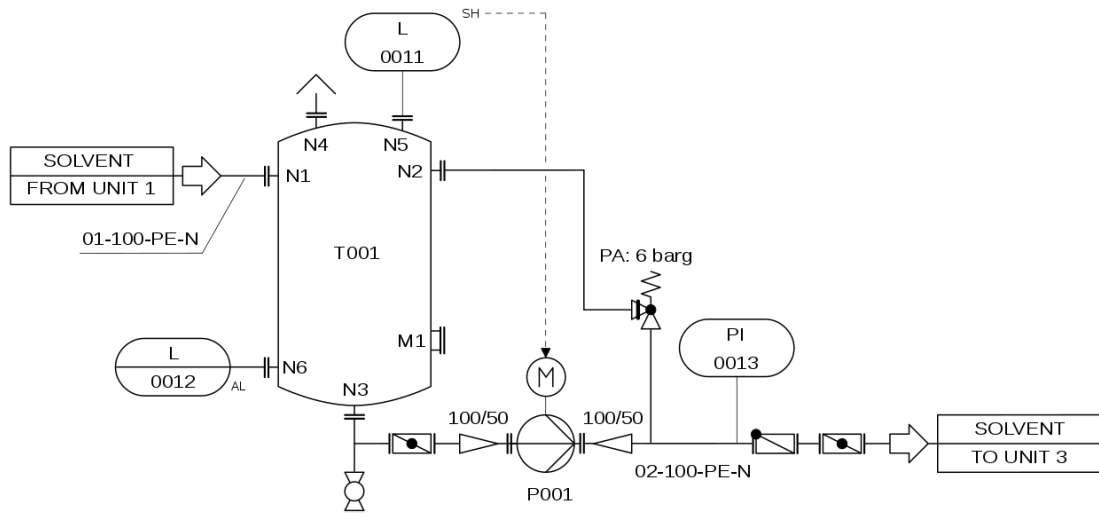
Työaseman toiminnallisiin osiin kuului:

- Venttiilijärjestelmä

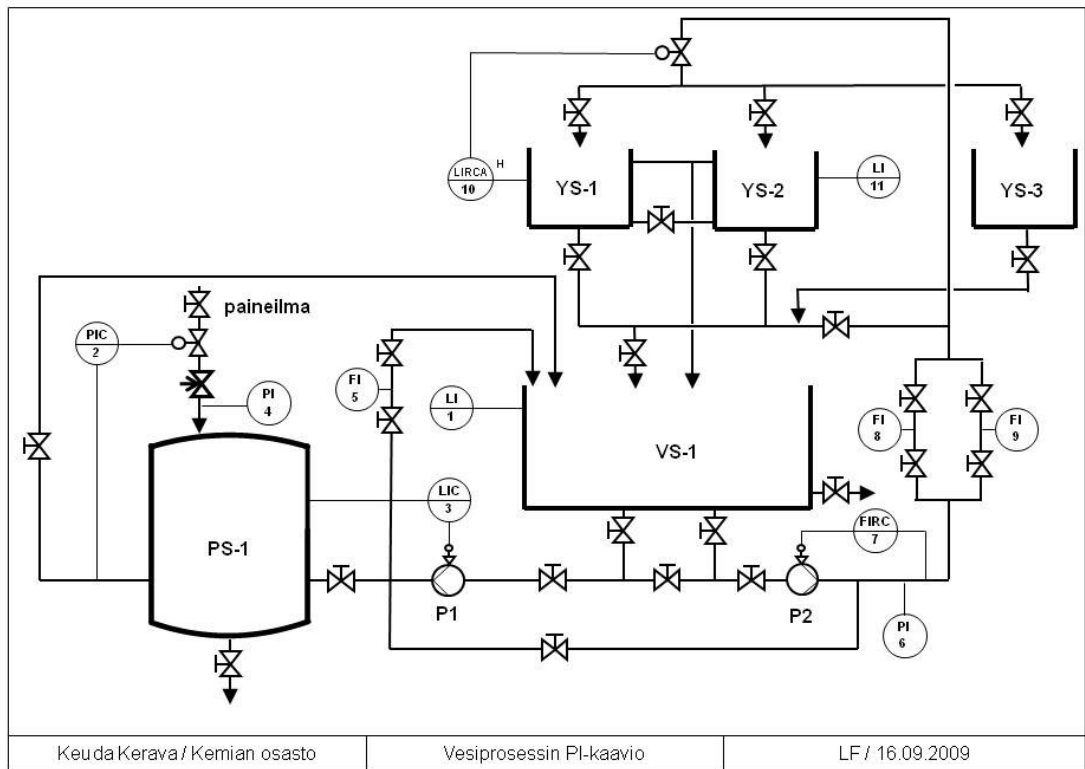
- Lämmitysjärjestelmä

Venttiilijärjestelmän suunnittelussa huomioitiin venttiilien toiminnallisuus, paineensietokyky, tiiveysluokitus ja ohjaustapa. Kaasuohjausprosessien suunnittelussa on hyvä käyttää apuna erilaisia suunnittelumenetelmiä ja työkaluja, jotka perustuvat hyviin suunnitteluperiaateisiin. Projektissa laadittiin putkisto ja instrumentointi kaaviot, englanniksi Piping and Instrumentation Diagram (P&ID) -Prosessikaavioita [13]. Kaaviot auttavat ymmärtämään järjestelmän komponentteja ja niiden yhteistoimintaa. Standardisoidut symbolit, selkeät laitteiden ja putkistojen esitystavat sekä instrumentoinnin ja turvallisuuslaitteiden huomioiminen ovat kaavioiden laatimisessa keskeisiä edellytyksiä. Käytetyimpiin standardeihin lukeutuvat ISO 14617 [14] ja Euroopassa käytetty EN 62424 [15]. Projektissa käytettiin Automation Studio -ohjelmistoa kaavioiden laatimiseen [16]. Ohjelmisto perustuu näihin äsken mainittuihin standardeihin. Projektissa laaditut kaaviot tehtiin opinnäytetyön ulkopuolisena työnä. Putkisto ja instrumentointikaavio havainnollistetaan kuvissa 6 ja 7, joissa esitetään kahden eri prosessin kaaviot sekä niiden tekninen toimintaa.

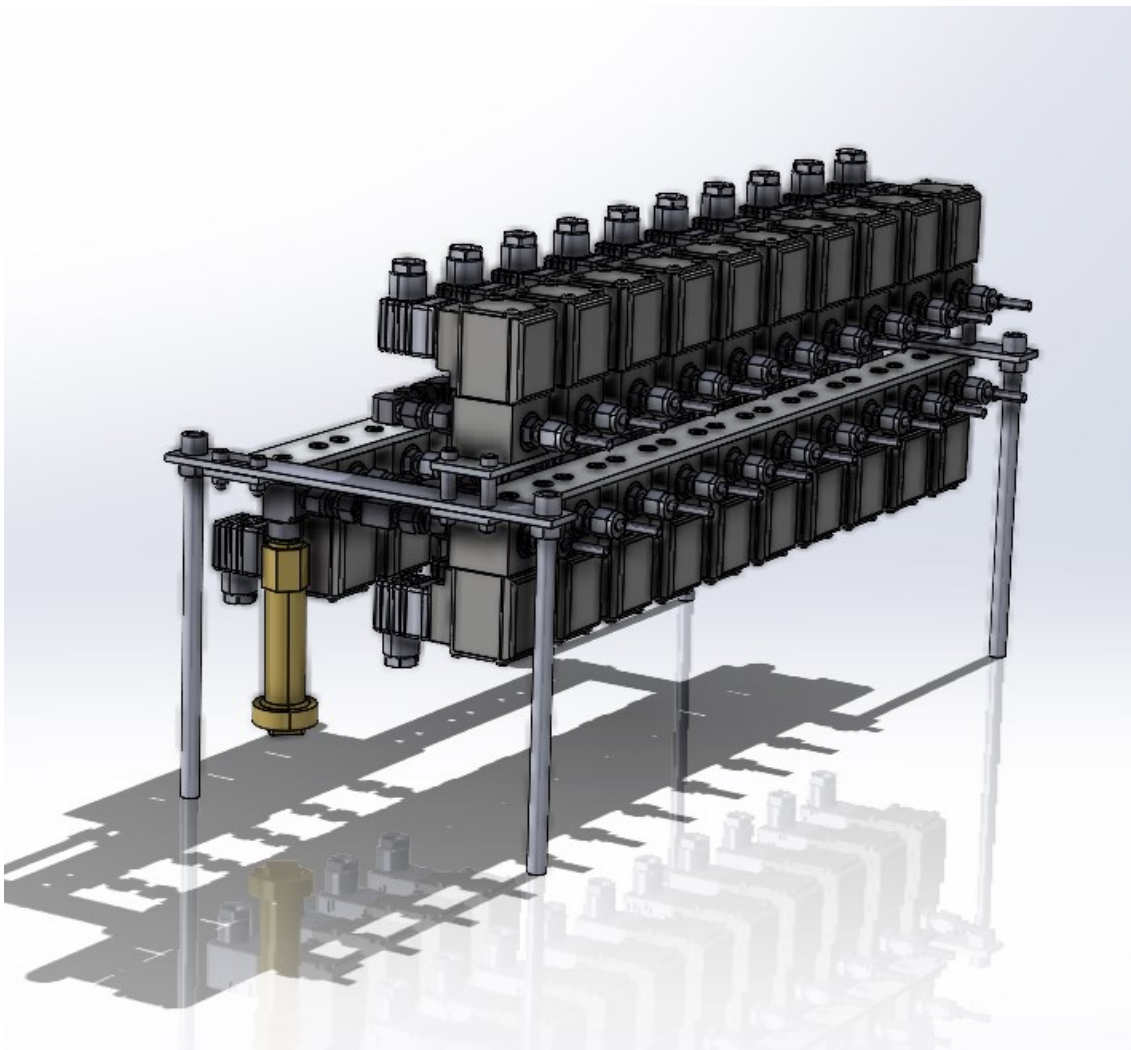
	T001	P001
SERVICE	STORAGE TANK	FEED PUMP
DATA	DIAMETER: 1000 mm HEIGHT: 3000 mm CAPACITY: 2.4 m ³	FLOWRATE: 5 m ³ /h DIFF. PRESSURE: 2.5 bar
DESIGN PRESSURE	10 barg	10 barg
DESIGN TEMP.	50 °C	50 °C



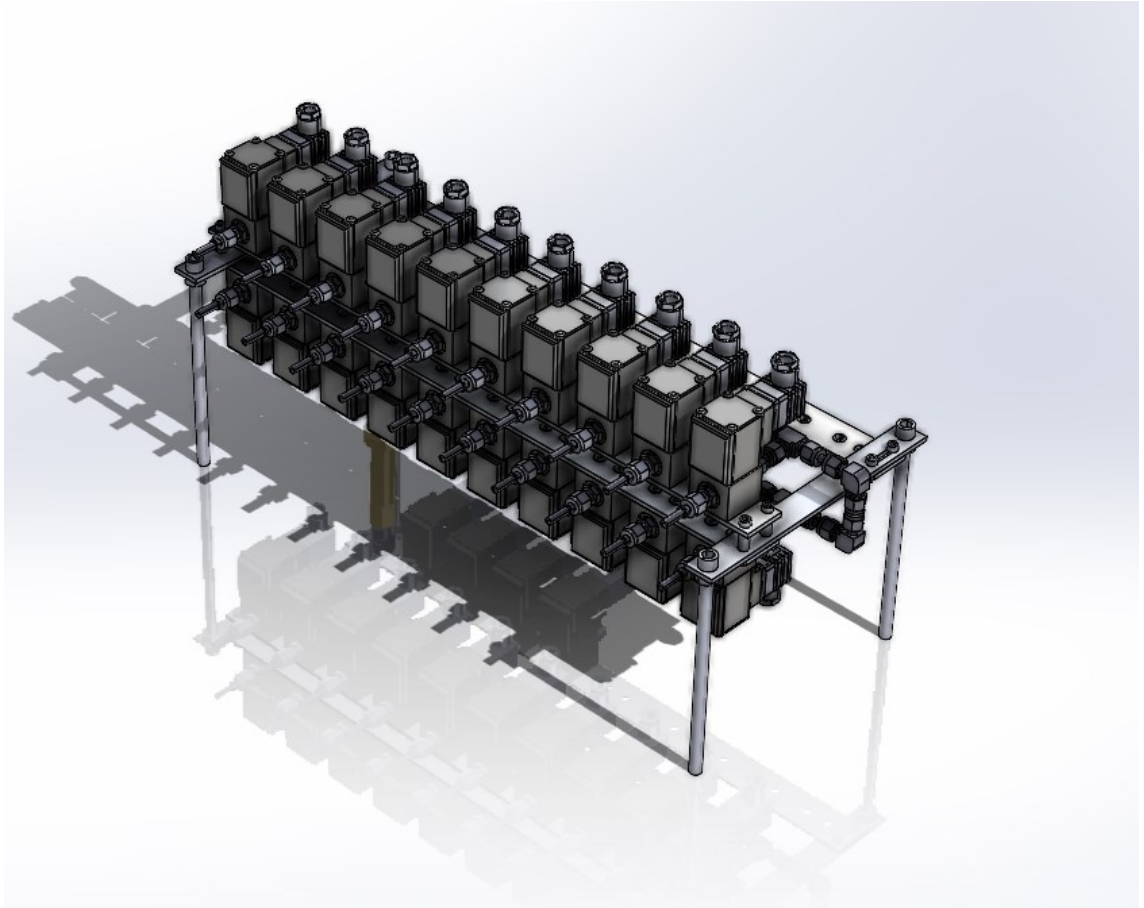
Kuva 6. Havainnollistava kuva PI-kaaviosta, jossa pumppu ja varastoastia. Putkisymbolit EN ISO 10628 mukaan (kumottu), instrumentointi EN 62424 mukaan [17]



Kuva 7. Havainnollista PI-kaavio vesiprosessista [18]



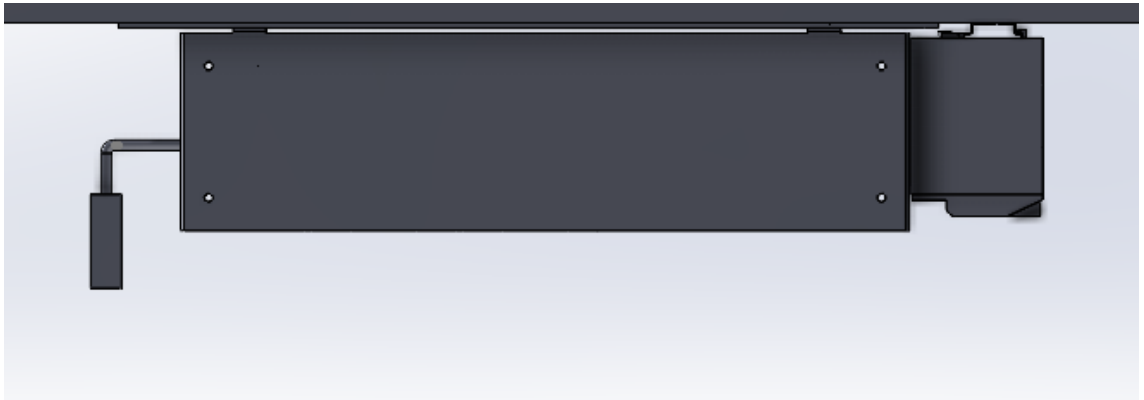
Kuva 8. CAD-mallinnus venttiilijärjestelmästä sivustapäin katsottuna



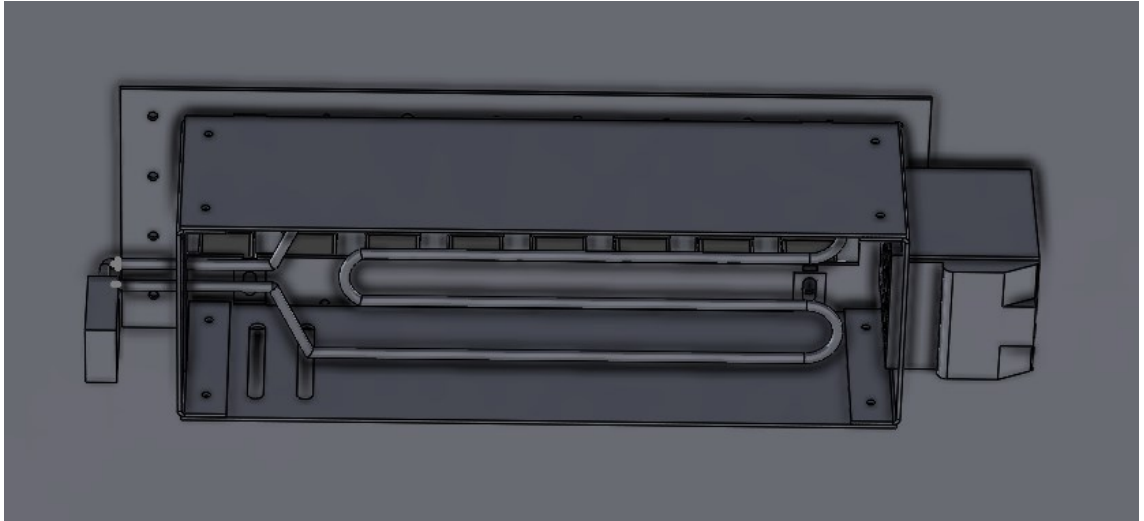
Kuva 9. CAD-mallinnus venttiilijärjestelmästä ylhäältäpäin katsottuna

CAD-mallien perusteella pystyimme suunnittelemaan mahdollisimman tarkasti venttiilijärjestelmän putkistot, liittimet, venttiilien kiinnityksen sekä kokoonpanon. Nykypäivänä yhä useammalla valmistajalla on tarjolla digitaalisia malleja heidän osistaan. Tämän ansiosta on helpompi välttää yleisiä mittaus- ja toleranssivirheitä, joita suunnittelussa esiintyy. Kuvat 8 ja 9 esittää venttiilijärjestelmän CAD-mallin, joka koostuu eri valmistajien komponenteista. Levyrakenne, johon venttiilit on kiinnitetty, suunniteltiin mittakohtaisesti tähän sovellukseen. Ilman valmistajien CAD-malleja olisi vaikeaa luoda toteutuskelpoisia sekä tarkkoja suunnittelupiirustuksia.

Lämmitysjärjestelmän suunnittelussa keskityttiin erityisesti lämmitystehon optimointiin ja tasaisuuteen. Suunnittelussa otettiin huomioon tarvittava lämmitysteho, lämmönjako sekä eristys käyttäjäturvallisuuden näkökulmasta. Havaittiin, että asentamalla 1200W lämpövastus ja 400W lämpötuuletin, saavutetaan prosessiin tarvittava lämmitysteho. Lämmityselementit eristettiin alumiinikoteloon, mikä suojaa käyttäjiä ja tarjoaa paremman eristyksen lämmölle. Lämpötuuletinta käytetään myös ilmanvaihdon tehostamiseksi, mikä auttaa alentamaan kotelon sisälämpötilaa nopeammin.



Kuva 10. CAD-mallinnus lämmityskotelosta ulkoapäin katsottuna



Kuva 11. CAD-mallinnus lämmityskotelosta, vastus ja tuuletin alhaaltapäin katsottuna ilman suojakantta



Kuva 12. CAD-mallinnus lämmityskotelosta, vastus ja tuuletin alhaaltapäin katsottuna suojakansineen

3.3.3 Automaatio- ja sähkösuunnittelu

Automaatio- ja sähkösuunnittelussa oli projektiin nähden paljon tietoa aiemmasta automaatoratkaisusta, joka oli jo toiminnassa yrityksellä. Yhdessä yrityksen kanssa laadittiin parannusehdotukset, jotka koskivat järjestelmän

ohjelmallista toimintaa, sekä mitä ominaisuuksia uudessa järjestelmässä tulisi olla vanhaan verrattuna.

Automaatiototeutusta varten laadittiin pienimuotoinen automaatiosuunnitelma, joka toteutettiin opinnäytetyön ulkopuolisena työnä. Suunnitelma tarkoituksena oli toimia ohjenuorana automaatoratkaisun kehittämisessä. Suunnitelmassa otettiin huomioon järjestelmän:

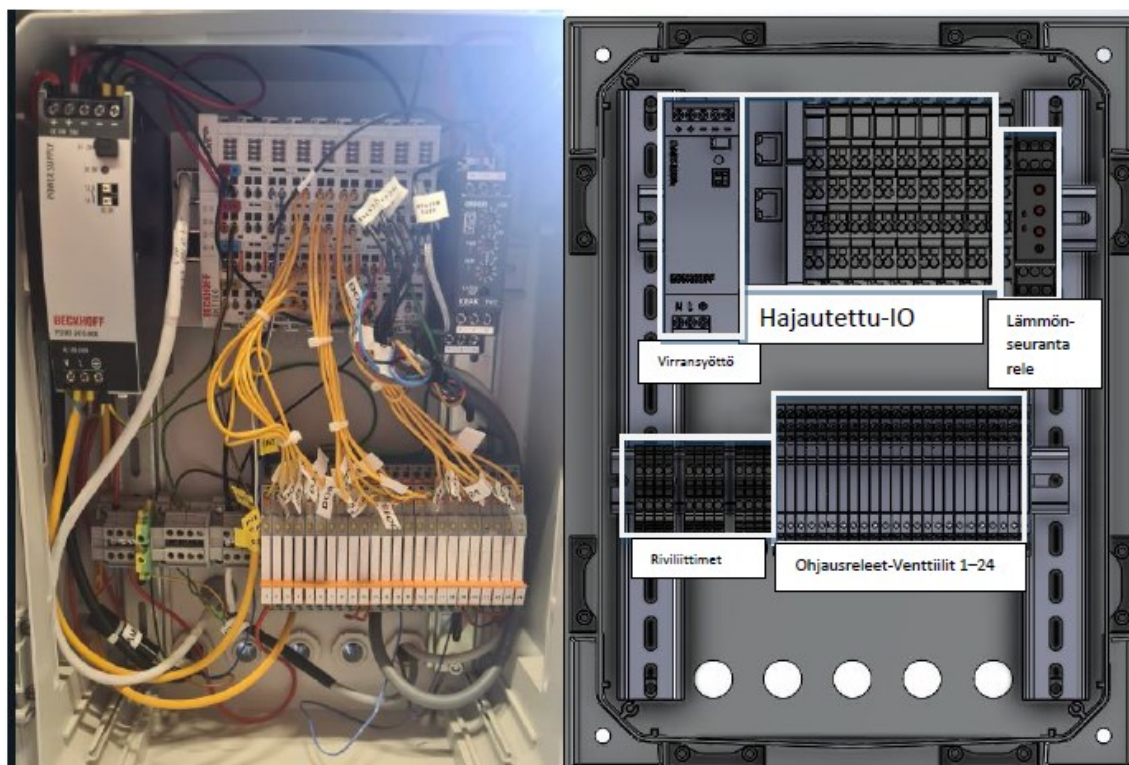
- Automaation tavoite ja saavutettavuus
- Automaatiokomponenttien osaluettelo, eli automaation hardware
- Toiminnallinen kaavio ohjelmistosta, eli software, mukaan lukien ohjelman looginen rakenne, käyttäjärajapinnat ja käyttöliittymä
- Turvatoiminnot

Automaation painopiste projektissa oli merkittävä, sillä laitteen toiminnallisuus oli täysin riippuvainen siihen tehdystä ohjelmistosta ja siihen liittyvistä ohjauskomponenteista. Toteutuksen kannalta Bluefors Oy halusi käyttää Beckhoff Automation System -laitteistoa ja ohjausjärjestelmää. Saksalaisvalmistajan automaatiokomponentit ja ohjelmistot ovat Euroopan markkinoilla tunnettuja ja laadukkaiksi todettuja järjestelmiä. Automaation toteutuksessa otettiin yhteyttä toimittajaan Beckhoff Finland Oy:hyn, ja sovittiin heidän kanssaan palaverin projektiin liittyvien osakomponenttien tilauksesta ja ohjausjärjestelmien saatavuudesta. Mainittakoon, että Big-Flash -hanke kustansi projektissa koulutuksen ja yhden teknisen työpäivän Beckhoffin asiantuntijoiden kanssa, joka järjestettiin Metropolia AMK:ssa. Projektin toteutuksen kannalta hankkeen tuoma tuki oli merkittävä ohjelmointiympäristön ymmärtämisen kannalta.

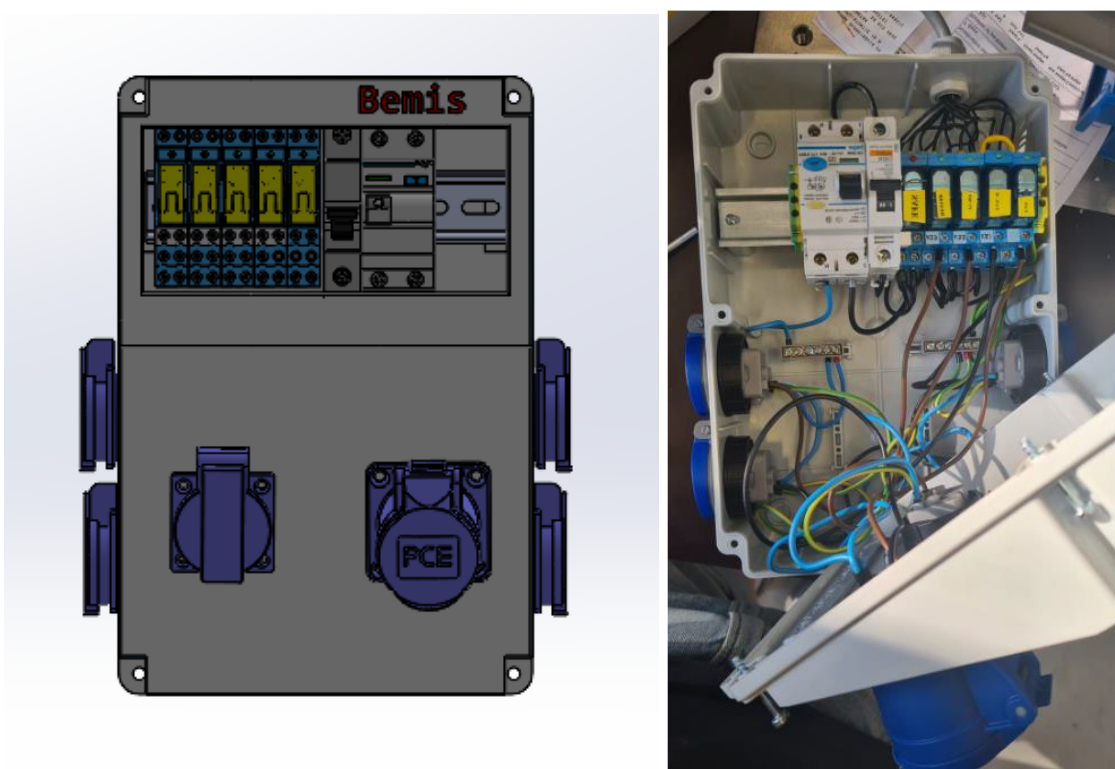
Automaation suunnittelussa on tärkeää määrittää tarkasti järjestelmän vaatimukset, sillä komponentit ja laitteet on hankittava ja mitoitettava näiden mukaan. Projektissa huomioon otetut vaatimukset osakomponenttien hankinnassa olivat:

- digitaaliset tulot ja lähdöt.
- analogiset tulot ja lähdöt.
- lisenssit.
- kommunikaatioväylät ja protokollat.
- ohjausjärjestelmä, *CPU (Central Processing Unit)*.
- turvatoiminnot ja turvapiirit.
- ohjelmointikielet ja -ympäristö.
- skaalattavuus.

Vaatimusten mukaan kartoitetuista komponenteista suoritin sähkösuunnitelmat ja kytkentäkaaviot sekä myös sähkökeskuksen mallinnukset. Sähkösuunnittelu jakautui kahteen eri sähkökeskukseen siten, että yhdessä keskuksessa oli allokoituna ohjausyksikköön liittyvät IO-kortit, eli tulo- ja lähtökortit, sekä sähkömuuntaja pienjännitesyötölle ja releille.



Kuva 13. Sähkökotelo 1, fyysinen kytketty rasia ja CAD-Mallinnettu kotelo

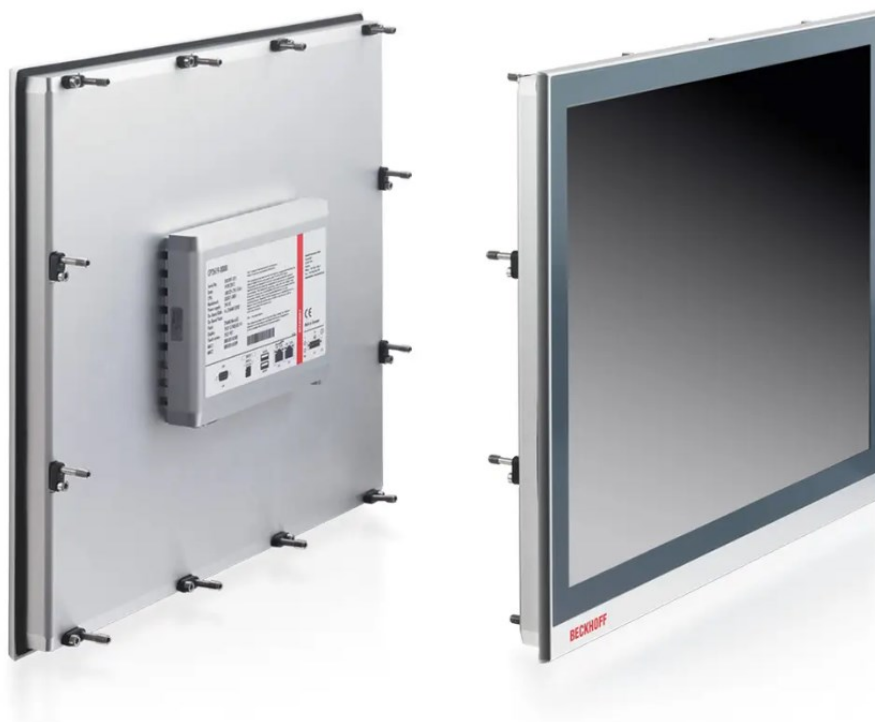


Kuva 14. Sähkökotelo 2, fyysinen kytkentä rasia ja CAD-mallinnettu kotelo

Sähkökotelossa 2 oli asennettuna releohjatut pistorasiat ja sähkönsyötöt vaihtovirralla toimiville komponenteille. Sähköjärjestelmän ja sähköturvallisuuden takaamiseksi asennettiin 16 ampeerin C-luokan sulake laitesuojaksi, sekä vikavirtasuojaja, jolla varmistettiin henkilösuojaus oikosulkutilanteessa.

Sähkökytkentöjen suorittamiseksi esitettiin sähkösuunnitelman ja kytkentäkuvat, jonka perusteella ryhdyttiin tekemään sähkökoteloiden kaapeloinnin. Kun järjestelmän kytkennät ja kuvat olivat varmistettu yrityksen sekä koulun sähköpätevyyttä omaavan henkilökunnan kautta, ryhdyttiin sähköjen käyttöönottoon.

Järjestelmän tietokoneena ja ohjausyksikkönä toimi CP2616-ohjelmoitava loogikka -paneeli Beckhoff-valmistajalta. Paneeli on varustettu Dual-touch-kosketusnäyttöllä ja ARM Cortex-prosessorilla, käyttöjärjestelmänä Windows.



CP26xx | Dual-touch built-in Panel PC

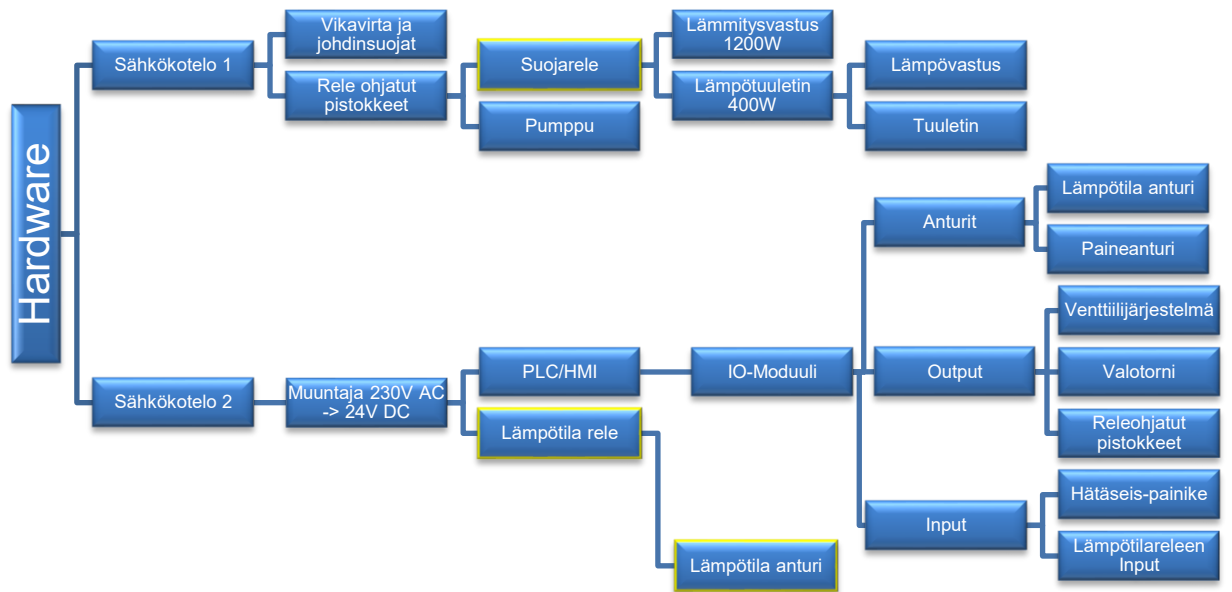
Kuva 15. CP26xx Beckhoff CPU-HMI näyttöpäätte. [19]

Tuotantolaitteen kehityksessä paneelin käyttö oli tilaa säästävää ja kompakti ratkaisu, joka yhdisti laitteen tietokoneen ja ohjauspaneelin saman laite yksikön alle.

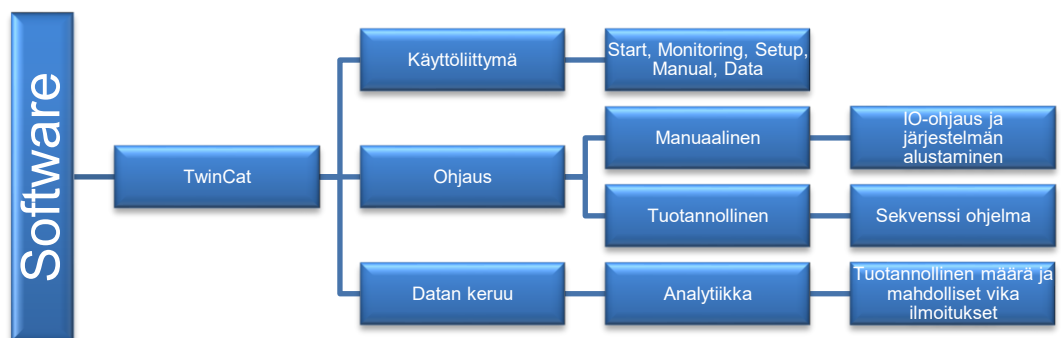
Kun automaatiojärjestelmän fyysinen laitteisto oli kytketty ja toiminnassa, ryhdyttiin automaatiojärjestelmän valmisteluun ja ohjelmointiin. Ohjelmointiympäristöksi valikoitui Beckhoff Automation Systemsin kehittämä TwinCAT-ohjelmisto. Ohjelmisto on valmistajan komponenttien kanssa yhteensopiva, käyttäen ADS-tietoliikenneprotokollaa ohjelmiston ja komponenttien kommunikointiväylänä EtherCAT.

Automaatio-ohjelmiston kehityksessä on hyödyllistä ymmärtää mitkä ovat prosessin pääpiirteitä ja vaatimuksia, ohjelman luomista varten. Tuotantolaitteen toiminnallisuuden kehityksessä oli määritelty toiminnalliset tarpeet ja käyttäjän sekä ohjelmiston rajapinnat. Ohjelmiston toiminnallisuuden kehityksessä määryty sekvenssiohjaus, jonka tarkoituksena oli luoda venttiilien ja toimilaitteiden kesken vaihe vaiheelta edistyvä prosessi, jossa ohjataan venttiilejä ja toimilaitteita järjestyksessä määriteltyjen ehtojen ja prosessin tilamuutosten perusteella. Tilamuutoksien valvontaan oli asetettu paine- ja lämpötila-anturi, jotka valvoi venttiilijärjestelmässä vallitsevaa painetta, sekä lämpötilaa lämmityskotelossa.

Kokonaisuuksia ja prosesseja on hyödyllinen havainnollistaa kaavioilla, jotka kuvaavat järjestelmän ja ohjelmiston rajapintoja. Tämä auttoi ymmärtämään kokonaisuuden pienemmissä osissa ja näiden riippuvuussuhteita toisiinsa.



Kaava 1. *Hardware*- Fyysinen laitteiston hahmotusta varten tehty kaavio



Kaava 2. *Software*- Ohjelmiston hahmotusta varten tehty kaavio

3.3.4 Työpisteen ja laitteiston kokoonpanot

Digitaalisessa mallissa havainnollistettuna, kuten kuva 16 osoittaa suunnitelman pohjalta on luotu mahdollisimman tarkka digitaalinen malli ennen fyysisen laitteen kokoonpanoa. Tässä vaiheessa työasemarakenteen prototyypin toimivuus ja kokoonpanossa huomioitavat mitat pystyttiin todentamaan. Bluefors Oy oli tyytyväinen digitaalisen mallin perusteella esitettyyn työaseman ulkonäköön ja rakenteeseen, minkä jälkeen projektia jatkettiin fyysisen laitteiston kokoonpanolla.



Kuva 16. Digitaalinen malli työpisteestä ja laitteistosta – Solidworks ohjelmisto



Kuva 17. Robo-Garage-työtilassa rakennettu työasema

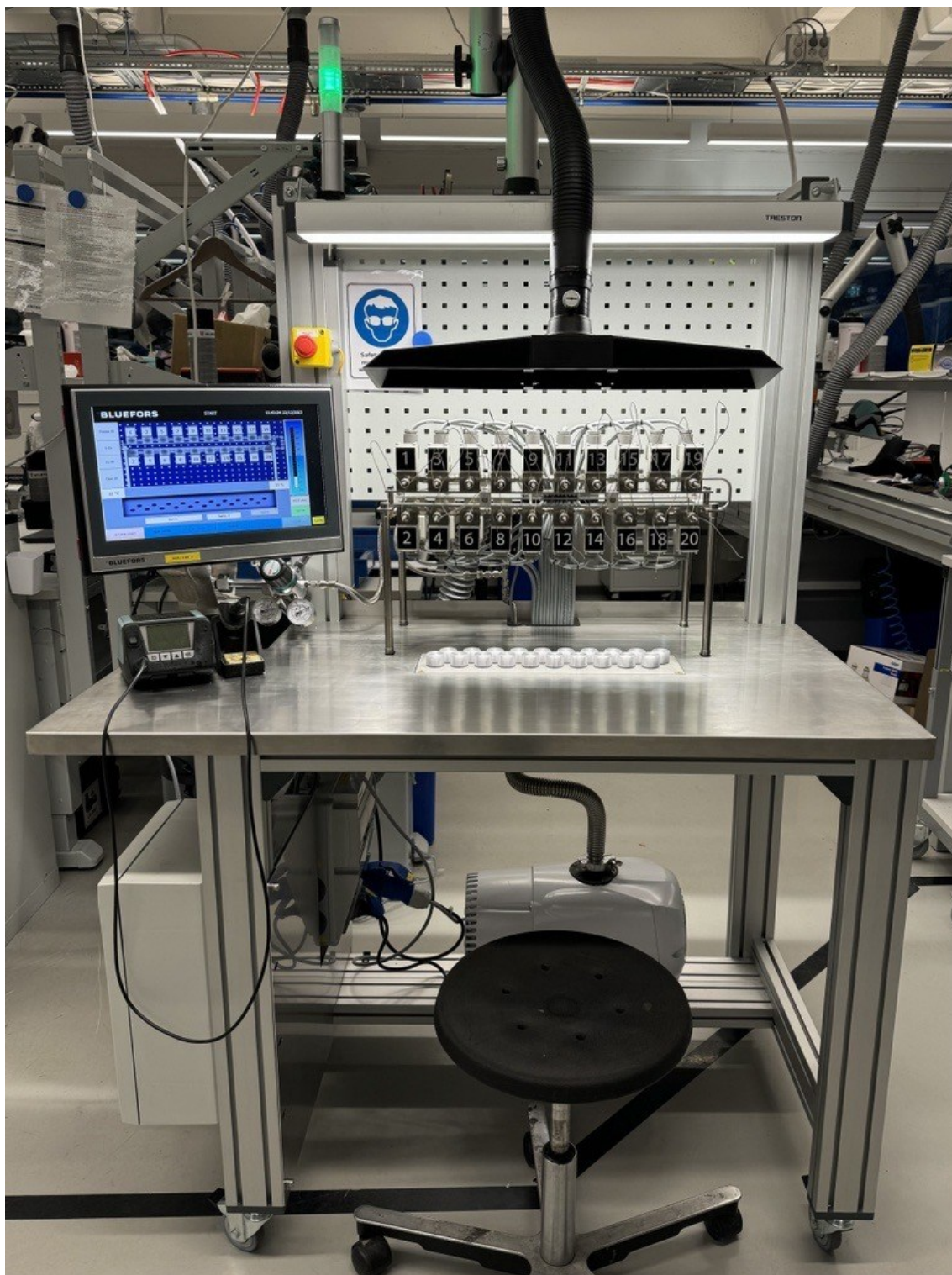
Kuvassa 17 esitellään Robo-Garage-työtilassa rakennettu työasema. Laitteiston alustava kokoonpano sekä toimintaan laitto suoritettiin Robo-Garagella, joka on yksi Metropolian TKI-palveluiden mahdollistamista yhdeksästä yhteistyöalustasta opiskelijoille sekä myös hankehenkilökunnalle. Robo-Garagella tarvittavat työkalut ja välineet työaseman kokoamiseen ja alustavaan käyttöönottoon olivat saatavilla [20.]. Alustavassa käyttöönotossa sähkökytkennät sekä niihin liittyvät turvallisuustoimenpiteet verifioitiin. Kaikkien osakomponenttien toiminnallisuudet ja käyttöönottoon liittyvät testaukset, erityisesti turvallisuuteen liittyvät toiminnot kuten hätäseispainikkeen, lämpötilareleen toiminnallisten raja-arvojen,

antureiden mittausrvojen paikkansapitävyyksien sekä muut kriittiset toiminnot tarkistettiin, jotka olivat välttämättömiä ennen työaseman viemistä yrityksen tiloihin.

3.3.5 Laitteen käyttöönotto, ja pilotointi Bluefors Oy:ssä.

Varsinainen käyttöönotto, työaseman viimeistely ja loppuvarustelu suoritettiin yrityksen toimitiloissa Pitäjänmäessä, missä yritys varusteli ja viimeisteli pneumaattiseen järjestelmään liittyvän instrumentoinnin, mukaan lukien matalajännitteiset sähkötyöt. Työaseman kokoonpanon valmistuttua siirryttiin ohjelmoinnin hienosäätöön. Twincat-ohjelmistolla tehtyä ohjelmakoodia muokattiin tarpeiden mukaan. Ohjelmallisesti suoritettiin merkittävä määrä kehitystyötä, sillä antureiden kalibroinnit olivat epälineaarisia ja automaatiojärjestelmään liittyvät välivaiheet osoittautuivat simulointiympäristössä toiminnallisemmiksi kuin mitä laitteessa todettiin testivaiheissa. Tyypillisesti kohdatut suurimmat ongelmat liittyivät ohjelmallisiin haasteisiin, jotka viivästyttivät laitteen lopullista käyttöönottoa. Järjestelmän toimivuuden on oltava tuotantoympäristöissä korkea varmuusasteeltaan, jotta laitteen mahdolliset vioittumiset eivät aiheuta suuria riskejä tuotantomäärien läpiajolle.

Ongelmakohdat selvitettyään laitteisto siirrettiin viralliseen pilotointijaksoon, missä työasemassa testatut komponentit siirrettiin toiminnalliseen testaukseen. Tuotantolaite todettiin toimivaksi ja vastaavan odotettua lopputulosta.



Kuva 18. Loppuun varusteltu tuotantolaite sekä työasema Bluefors Oy:n tuotanto tiloissa.

4 Analyysi

4.1 Teknis-taloudellinen arviointi

Projektin teknis-taloudellinen arviointi osoitti, että investointi uuteen tuotantolaitteeseen oli kannattava, sillä se mahdollisti tuotantokapasiteetin laajentamisen, prosessin nopeuttamisen ja testauserien käsittelyn tehostamisen.

Taulukko 1. Laittekehityksen-vertailutaulukko

Kehitys kohteet	Vanhalaite	Uusilaite
Tuotannollinen kapasiteetti	1 x kappaletta	2 x kappaletta
Läpiajoaika	~ 2 tuntia	1 Tunti 45 Minuuttia – Muutettavissa
Energian tarve	3 vaiheinen sähkönsyöttö+ Paineilma	1 vaiheinen sähkönsyöttö
Anturointi	1 x Paineanturi	1 x Paineanturi + 2 x lämpötila anturia

Uuden laitteen käyttöönoton myötä prosessin läpimenoaika voidaan nopeuttaa noin 70%, mikäli siihen olisi tarvetta. Takaisinmaksusuunnitelman laskemissa esiintyi haasteita, sillä tuotannon kehityksen vaikutukset havaitaan vasta pitkien

aikajaksojen päästä. Projektin tavoitteena oli tuotannon varmuuden kehittäminen ja vanhan laitteiston mahdollisen vikaantumisen ennakointi. Kustannustehokkuus ja laatu oli keskeisinä tavoitteina toteutuksen kannalta.

4.2 Toiminallinen kehitys

Työaseman tuotannollinen toimivuus on ollut pääosin moitteetonta, ja järjestelmä on toiminut ilman merkittäviä vikaantumisia. Ongelmakohtiksi ovat muodostuneet pääasiassa käyttäjäkohtaiset virheet tai satunnaisesti esiintyvä järjestelmän ohjelmallinen hidastuvuus, joka johtuu laitteen prosessorin tai näytönohjaimen riittämättömästä suorituskyvystä.

Toiminnallinen kehitys laitteessa on ollut merkittävää, kun sitä verrataan edelliseen työasemaan. Uudessa työasemassa on ehkäisty toimivuuden epävarmuudet, parannettu tuotannollista kapasiteettia sekä kehitetty ohjelmallisesti vianmäärittämissä menetelmiä, joiden avulla laitteisto on pystynyt ohjelmallisesti tunnistamaan vioittuneita komponentteja automaattisesti ja ilmoittamaan niistä operattorille. Suurimpia toiminnallisia edistysaskelia on saavutettu ohjelmallisesti, mahdollistamalla vianmäärittysten lisäksi myös tiedonkeruun laitteiston toiminnasta ja sen arkistoinnin ulkoiseen muistiin csv-tiedostomuodossa, sekä käyttöliittymäkohtaiset parannukset, joiden tavoitteena on ollut tehdä laitteen käytöstä mahdollisimman intuitiivista ja käyttäjäystävällistä.

Toiminnallisten osien osalta on valittu laadukkaita osakomponentteja, joiden korkea PL-taso on mahdollistanut laitteelle pitkän MTTF-ajan. Laite on käynyt läpi pienimuotoisen riskianalyysin, jossa on tarkemmin arvioitu osakomponenttien vaikutusta järjestelmän toimivuuteen. Riskianalyysit pohjautuvat usein koneturvallisuusstandardiin ISO 12100. [21]

4.3 Big-Flash-metodologia

Projektityöskentelyyn saatiin järjestelmällisempi lähestymistapa Big-Flash-menetelmien avulla, jotka toimivat järkevästi Bluefors Oy:n tarpeiden tulkkina ja autoivat osittamaan laajemman projektin pienempiin kokonaisuuksiin. Erilaiset projektimallit mahdollistivat yrityksen todellisten tarpeiden ja ongelmien tunnistamisen.

Spin-keskustelun kautta luotiin yhteys yritykseen ja heidän kohtaamiin haasteisiin, mikä mahdollisti projektiaiheen konkretisoitumisen. Tämän myötä voitiin karsia myös muita projektiaihiota tai kehityskohteita, joita yritykset saattoivat myös ehdottaa. Oppilasvetoisesti toteutettavissa olevien haasteiden ratkominen korostui tärkeänä lähtökohtana ja siihen projektin valinnan oli tähdättävä.

Suvituuli-projektissa lähtökohtana oli haasteiden ymmärtäminen ja niiden havaittujen ongelmien ratkaiseminen. Yrityksen laitteesta kehitetyn analyysin ja konseptin avulla pystyttiin havaitsemaan laitteen todelliset ongelmat. Kokonaisuuden ymmärtäminen ja toiminnan analysointi olivat ratkaisevia tekijä suvituulivaiheen aikana. Laitteen ohjelmoinnissa ja siihen liittyvässä automaatioissa kytkeytyvät ongelmat osoittautuivat ratkaisemattomiksi uutta ohjelmaa tekemällä, koska laitteen toiminnallisuutta ei voitu keskeyttää. Konseptin lopputuotoksena oli laitteen toiminnallinen raportti, joka sisälsi huomioidut ongelman syyt ja ratkaisuehdotukset. Yritykselle tämä tarjosi uuden ymmärryksen laitteen vioista ja puutteista. Suvituuli toimi hyvänä konseptointivaiheena, jossa projektit saattoivat ottaa kiitorataa.

Salama-projekti tarjosi ideaalisen metodin jo aloitetun työn jatkamiseen, sillä oppilaitosprojekteille ominainen nopea tempo ei usein mahdollista konkreettisten hyötyjen saavuttamista yritykselle. Salama-vaihe tuki projektin jatkumoa ja mahdollisti projektin toteuttamisen palkallisesti, mikä on harvinaista oppilaitoskohtaisissa projekteissa. Big-Flash -hankkeen tuki oli merkittävä, erityisesti kun Suvituulivaihe oli luonut perustan lupaavalle jatkoprojektille. Projektissa mahdollistettiin tekninen tuki ja koulutusten hankinta, mikä oli erityisen hyödyllistä

automaatiosuunnittelussa. Projektin aikana toimittiin osittain itsenäisesti ja proaktiivisesti, pitäen yhteyttä yritykseen. Tämä oli osa hankkeen tuomaa toimintatapaa, jossa molemminpuolinen tehokas kommunikaatio ja viestintä korostuivat.

Big-Flash-metodologia tarjoavat järjestelmällisen lähestymistavan projektityöskentelyyn, mahdollistaen yritysten todellisten tarpeiden ja ongelmien tunnistamisen sekä ratkaisujen kehittämisen. Menetelmät tukevat projektin jakamista hallittavissa oleviin osiin, edistäen oppilasvetoista toteutusta ja konkreettisten ratkaisuehdotusten tuottamista. Suvituuli- ja Salama-projektit osoittavat, miten Big-Flash voi tukea sekä konseptointivaihetta että projektin jatkokehitystä, tarjoten teknistä tukea ja mahdollistamalla palkallisen työskentelyn. Menetelmien avulla voidaan tehokkaasti edistää yhteistyötä yritysten kanssa, parantaen kommunikaatiota ja yhteistyön tuloksellisuutta.

5 Yhteenveto

5.1 Toteutus

Toteutus keskittyi hankkeen eri vaiheisiin ja metodologioihin, jotka mahdollistivat innovatiivisen tuotantolaitteen kehittämisen Bluefors Oy:lle. Projektin tarkoituksena oli parantaa yrityksen komponentin puhdistus- ja täyttöprosessia, mikä oli osa Metropolia Ammattikorkeakoulun ja yrityksen yhteistyötä Big-Flash -hankkeen puitteissa.

Projekti toteutettiin osana TKI-palveluita, hyödyntäen SPIN-menetelmää tarpeiden kartoittamiseen ja RIEP-menetelmää nopeaan innovatiiviseen kehitykseen. Projektin kulku jaettiin eri suoritustasoihin, joissa keskityttiin konseptisuunnitteluun, prototyyppin rakentamiseen ja lopulta uuden laitteiston toteutukseen.

Big-Flash-projektimetodologian soveltaminen mahdollisti järjestelmällisen lähestymistavan projektin eri vaiheisiin ja edisti oppilasvetoista toteutusta. Tämä metodologia tuki myös projektin tehokasta hallintaa ja varmisti, että kehitystyö vastasi yrityksen tarpeita ja tavoitteita.

Yhteenvetona voidaan todeta, että opinnäytetyön toteutus tarjosi Bluefors Oy:lle merkittävän teknologisen edistysaskeleen tuotantoprosessissaan. Kehitetty laite ei ainoastaan parantanut tuotantoprosessin luotettavuutta ja laadunvarmistusta, vaan myös edisti yrityksen kilpailukykyä ja innovaatiokykyä. Projektin aikana saavutettu menestys vahvisti lisäksi Metropolia Ammattikorkeakoulun ja yritysten välistä yhteistyötä, osoittaen korkeakoulun kyvyn tuottaa arvoa yhteistyökumppaneilleen ja edistää teknologista kehitystä.

5.2 Jatkotoimenpiteet

Tuotantolaitteen ympärille luodun dokumentaation avulla Bluefors Oy:lle tarjoutuu mahdollisuus jatkokehittää tai jopa uudelleen toteuttaa samankaltaisen laitteen vastaamaan heidän tulevaisuutensa tuotannollisia tarpeita. Laitteen elinkaarta tuetaan helposti huollettavilla komponenteilla ja toimilaitteilla, jotka varmistavat laitteiston korjattavuuden.

Lähteet

- 1 Yrityksen historia. 2006. <<https://bluefors.com/company/story/>>.
- 2 Courtney Wood, Ron Jonash, Mick Simonelli. 2023. RIEP- A 'Lean Startup-style' approach to innovation. < <https://www.giminstitute.org/lean-startup-style-innovation/>>. Luettu 2.1.2024.
- 3 Metropolia AMK – tki-palveluiden tiedostussivu < <https://www.metropolia.fi/fi/tutkimus-kehitys-ja-innovaatiot> > Luettu 2.1.2024.
- 4 Kampppi, Jaakko 2013. Ketterän menetelmän käyttöönotto, Pro gradututkielma. Jyväskylän yliopisto. Luettu. 3.1.2024 < <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/41165/URN:NBN:fi:juu-201304091405.pdf> >.
- 5 Anna Rohunen, Pilar Rodriguez, Pasi Kuvaja, Lech Krzanik, Jouni Markkula & Burak Turhan. 2010. Agile Adoption Strategies in the Context of Agile in the Large: FLEXI Agile Adoption Industrial Inventory.
- 6 Ahmed Sidky, James Arthur & Shawn Bohner. 2007. A disciplined approach to adopting agile practices: the agile adoption framework.
- 7 Big-Flash -hankkeen projekti raportti. Luettu 4.1.2024. < <https://www.eura2014.fi/rrtiepa/projekti.php?projektkoodi=A77490> >
- 8 Big-Flash -hankkeen vaikuttavuus taulukko. katsottu 4.1.2024.
- 9 Big-Flash -Hankkeen verkkokurssi- Spin-menetelmä. Perustuu Neil Rackham teokseen SPIN selling 1988. Kurssi suoritettu 10.11.2023. < <https://bigflash.mmg.fi/course/view.php?id=23> >
- 10 Big-Flash -hankkeen nettisivu-projektit välilehti. Luettu 4.1.2024 < <https://bigflash.metropolia.fi/projektit/> >.
- 11 IT project management methods – traditional, called cascade. Luettu 2.2.2024. < <https://websensa.com/en/2020/07/28/it-project-management-methods-traditional-called-cascade/> >.
- 12 Project Management Theory and Practice, Gary L. Richard. Luettu 2.3.2024.
- 13 Putkisto ja instrumentointi kaavioiden merkitys < https://en.wikipedia.org/wiki/Piping_and_instrumentation_diagram > Luettu 2.3.2024.

- 14 SFS-ISO 14617-6:en – Kaavioissa käytettävät piirrosmerkit. Osa 6: Mittaus- ja ohjaustoiminnot.
- 15 SFS-EN 62424:en:2016 – Representation of process control engineering – Requests in P&I diagrams and data exchange between P&ID tools and PCE-CAE tools.
- 16 Automation Studio. Versio 4.21.2023 Famic Oy < https://en.wikipedia.org/wiki/Automation_Studio >.
- 17 PI-kaavio esimerkki. Katselmoitu 11.3.2024 < https://fi.wikipedia.org/wiki/PI-kaavio#/media/Tiedosto:Pump_with_tank_pid_en.svg >.
- 18 PI-kaavio esimerkki, Keuda moodle aineisto. Katselmoitu 11.3.2024 < <http://moodle.keuda.fi/kansiot/kao-lf/PI-KAAVIOT/VESIPROSESSI/ala-osa.htm> >.
- 19 Automaatio laitteiden sekä komponenttien toimittaja < <https://www.beckhoff.com/fi-fi/products/ipc/panel-pcs/cp2xxx-cp3xxx-multi-touch-panel-pcs/cp26xx.html> >.
- 20 Yhteistyötilat, jotka ovat Metropolia AMK. tki-palveluiden käytössä. Luettu 22.2.2024 < <https://www.metropolia.fi/fi/tutkimus-kehitys-ja-innovaatiot/yhteistyoyalustat/garage> >.
- 21 SFS-EN ISO 12100:en – Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen.