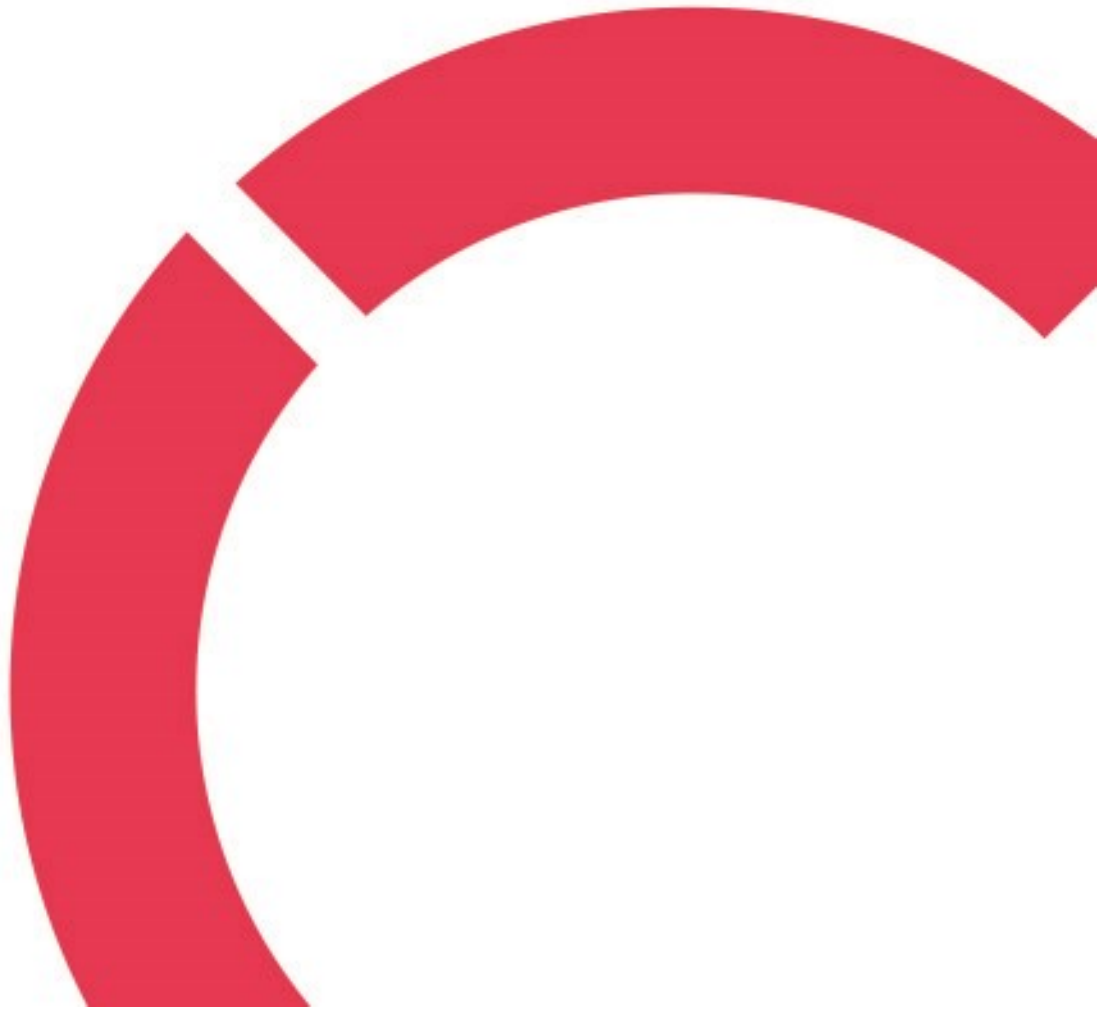


Jari Ränä

TEOLLISEN PURUNPOISTOJÄRJESTELMÄN MODERNISOINTI

Haapaveden Puukaluste Oy

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus
Lokakuu 2025**



TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Joulukuu 2025	Tekijä/tekijät Jari Räinen
Koulutus Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus		<input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK
Työn nimi TEOLLISEN PURUNPOISTOJÄRJESTELMÄN MODERNISOINTI		
Työn ohjaaja Hannu Puomio		Sivumäärä 39 + 12
Työelämäohjaaja -		
<p>Opinnäytetyö toteutetaan päiväkirjamuotoisena 16 viikon ajalta työskentelyäni sähkö- ja automaatiojärjestelmän modernisoinnista Haapaveden Puukaluste Oy:lle. Opinnäytetyön alussa kerrotaan nykytilanteen kuvaus ja lähtökohdat. Modernisoinnin tarpeellisuus on todettu yrityksessä välttämättömäksi ja se toteutetaan tulevien vuosien saneeraushankkeena opinnäytetyön pohjalta.</p> <p>Opinnäytetyössä suunnitellaan olemassa olevat sähkö- ja automaatiojärjestelmät uudestaan vastaamaan paremmin nykyaikaisia tarpeita vastaavalle tasolle sekä tehdään kustannusarvio saneerauksesta.</p> <p>Päiväkirjassa esitetään päivä kohtaisesti edistymistä ja jokaisen viikon päätteeksi arviointi viikon tapahtumista.</p>		
Asiasanat Ammatillinen kehittyminen, päiväkirja, sähkö- ja automaatio suunnittelu		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date December 2025	Author Jari Räinen
Degree programme Degree Programme in Electrical and Automation Engineering		
Name of thesis MODERNIZATION OF AN INDUSTRIAL DUST EXTRACTION SYSTEM		
Centria supervisor Hannu Puomio	Pages 39 + 12	
Instructor representing commissioning institution or companies. -		
<p>The thesis is presented in the form of a diary over a 16-week period, documenting my work on the modernization of the electrical and automation system for Haapaveden Puukaluste Oy. At the beginning of the thesis, the current situation and initial conditions are described. The need for modernization has been identified by the company as essential, and it will be implemented as part of a future renovation project based on the results of this thesis.</p> <p>The thesis involves redesigning the existing electrical and automation systems to better meet modern requirements and standards, and a cost estimate for the renovation will also be provided.</p> <p>The diary presents daily progress, and at the end of each week, an evaluation of the week's events is included.</p>		
Key words Diary, electrical and automation design, professional development		

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

ATEX-laitedirektiivi

(2014/34/EU)

Säätää markkinoille saatettavia laitteita ja suojausjärjestelmiä, joita käytetään räjähdysvaarallisissa tiloissa.

ATEX-työnantajadirektiivi

(1999/92/EU)

Määrittelee työnantajan velvollisuudet suojella työntekijöitä räjähdysvaaroilta. Suomessa toimeenpantu työturvallisuuslaissa ja sen asetuksissa.

Autocad

Sähkösuunnittelu- ja piirto ohjelma.

Beckhoff-järjestelmä

Automaatiojärjestelmä.

DWG-kuva

Kuvan tiedostomuoto AutoCAD-ohjelmistossa.

Fluidsim 6

Pneumatiikka- ja automaatio suunnitteluohjelmisto.

Logo-ohjelmisto

Siemensin suunnittelu- ja logiikkaohjelmisto.

SFS 6002:2025-standardi

Sähköalan standardi.

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 SUUNNITTELUN LÄHTÖTILANNE	2
2.1 Alkutilanteen osaamisen arviointi	3
3 PÄIVÄKIRJARAPORTOINTI.....	4
3.1 Viikko 1.....	4
3.2 Viikko 2.....	5
3.3 Viikko 3.....	8
3.4 Viikko 4.....	11
3.5 Viikko 5.....	12
3.6 Viikko 6.....	16
3.7 Viikko 7.....	18
3.8 Viikko 8.....	20
3.9 Viikko 9.....	22
3.10 Viikko 10	24
3.11 Viikko 11	24
3.12 Viikko 12	26
3.13 Viikko 13	29
3.14 Viikko 14	31
3.15 Viikko 15	34
3.16 Viikko 16	36
4 POHDINTA	38
LÄHTEET	39
LIITTEET (poistettu julkisesta versiossa)	

1 JOHDANTO

Tämä päiväkirjamuotoinen opinnäytetyö koskee aikaväliä 17.5.2025 – 31.12.2025. Opinnäytetyön tarkoitus antaa kuvaus sähkö- ja automaatio suunnittelijana Haapaveden Puukaluste Oy:lle kalustetyöstökoneiden purunpoistojärjestelmän modernisoinnista. Raportoin jokaisen päivän ja viikon lopuksi analyysin viikosta edistymisen sekä oppimisen näkökulmasta. Yritykselle opinnäytetyöni menee täydellisenä, mutta julkiseen julkaisuun tietyt osat opinnäytetyöstä jäävät pois salassapitovelvollisuuden vuoksi.

Suunnittelutyössä on tärkeää ymmärtää määräykset ja asetukset sekä hahmottaa rakennuksien rajoitukset. Määräyksien ja asetusten tarkistamisissa apuna työssäni on SFS-standardi (SFS 6000 ja SFS 6002:2025). Suunnittelutyössä tulee tuntea sähkö- ja automaatiojärjestelmien suunnittelutekniikkaa, automaatiojärjestelmien perusohjelmointia sekä asennus- ja mittaustekniikkaa.

Kyseisessä työssä laitteisto on suunniteltava siten, että sitä voidaan tulevaisuudessa laajentaa tarvittaessa, mutta myös huolehdittava, ettei saneerauksesta tule ylimitoitettu.

2 SUUNNITTELUN LÄHTÖTILANNE

Tilajalla on tällä hetkellä käytössä vanhentunut teollinen imurijärjestelmä, jota on muokattu useaan kertaan ajan saatossa. Useista muutoksista ja puutteellisesta dokumentaatiosta johtuen järjestelmä ei enää toimi halutulla tavalla. Muokkaaminen ja muutosten tekeminen nykytilanteessa on vaikeaa ja riskialtista, sillä järjestelmän toiminta perustuu vanhaan logiikkaohjaukseen, jonka ylläpito ja muutokset ovat haastavia tai jopa mahdottomia. Järjestelmässä on useita sähkökeskuksia, ja automaatio on lisätty jälkikäteen. Tämä lisää monimutkaisuutta ja vaikeuttaa huoltotöitä.

Imurijärjestelmä muodostuu pääosin kahdesta suodatinyksiköstä, seitsemästä puhaltimesta (joista yksi taajuusmuuttajakäyttöinen ja asennetaan tulevana kesänä), 18 imupisteestä sekä kolmestatoista automaattisesta sulkupellistä. Järjestelmän toiminta perustuu logiikkaohjaukseen, joka ohjaa puhaltimia ja peltejä tarpeen mukaan.

Imuri käynnistetään joko manuaalisesti työstökoneen yhteydessä olevasta kytkimestä tai automaattisesti, kun logiikka on saanut tiedon koneen käynnistymisestä. Automaattiset sulkupellit avautuvat ja sulkeutuvat koneen käyntitiedon tai manuaalisen ohjauksen perusteella, jolloin imu suunnataan tehokkaasti vain niihin koneisiin, joissa sitä kulloinkin tarvitaan.

Nykyinen järjestelmän rakenne ja toiminta eivät kuitenkaan enää vastaa teollisen käytön pitkän aikavälin vaatimuksia johtuen vanhentuneesta ohjauslogiikasta, puutteellisesta dokumentoinnista ja epäyhtenäisestä järjestelmärakenteesta. Järjestelmän epäyhtenäisen rakenteen takia sen ylläpito ja toimintavarmuuden varmistaminen on haastavaa.

Yritys on tästä syystä katsonut, että järjestelmä tulee päivittää vastaamaan nykyaikaisen laitteiston vaatimuksia. Olen saanut tehtäväkseni laatia selkeän ja kattavan suunnitelman, jonka mukaisesti järjestelmän automaatio ja sähköt uusitaan kokonaisvaltaisesti. Suunnitelman tulee sisältää laite- ja tarpeistokartoituksen sähkö- ja logiikkasuunnitelmat ja kustannusarvion järjestelmän päivittämisestä.

Työhöni kuuluu työpaikkakäyntejä, joiden yhteydessä kartoitetaan sähkökaappien järjestelmät ja olemassa olevat sulakkeet ja se, mitkä sähköjärjestelmän osat voidaan käyttää sellaisenaan ja mitkä tulee

uusia. Sulkupeltien osalta tehdään uudet suunnitelmat, sillä osa vanhoista sulkupelleistä toimii automaation avulla ja osa manuaalisesti. Lisäksi olemassa olevat sähkömoottorien arvot tulee selvittää ja dokumentoida, jotta voidaan varmistua siitä, että ne täyttävät nykyiset asetukset ja standardit (SFS 6002:2025).

2.1 Alkutilanteen osaamisen arviointi

Olin työn alkaessa aloitteleva ja valmistumisvaiheessa oleva henkilö sähkö- ja automaatioalalla. Aloitin opiskeluni vuonna 2022, Centria-ammattikorkeakoulussa Ylivieskan yksikössä, ja olen suorittanut kaikki koulutukseen kuuluvat kurssit sekä vaaditut harjoittelut.

Suunnittelu- ja esihenkilötehtäviä tein talvella 2025, Kotivara Oy:n palveluksessa ja sähköasentajan töitä suoritin Oulun Energia Oy:n palveluksessa vuonna 2024. Nämä harjoittelut ovat antaneet vahvan pohjan tämän työn toteuttamiselle. Lisäksi opintojeni aikana olen suorittanut kattavasti automaatio- ja sähkötekniikan ja sähkösuunnittelun opintojaksoja.

Opinnäytetyötä aloittaessa koen olevani aloitteleva suunnittelija. Arvioidessani osaamistasoani koen olevani kykenevä kyseiseen työhön, vaikka työ onkin vaativa ja edellyttää monen eri osa-alueen sisäistämistä ja hallintaa. Aiempi työkokemukseni teollisuudessa tukee työni tekemistä.

Uskon myös, että opinnäytetyöni antaa kuvauksen osaamisestani ja toimii hyödyllisenä referenssinä työnhaussa, sillä kyseessä on todellinen käytännön työ, joka osoittaa kykyäni suorittaa sähkö- ja automaatio-suunnittelutehtäviä.

Opinnot ja harjoittelu ovat antaneet hyvät lähtökohdat työn suorittamiseksi, mutta vielä on myös paljon opittavaa. Opinnot ovat kuitenkin pitkälti teoriapohjaisia ja tarjoavat osaamista pääasiassa teoriatasolla. Siksi on hyvä, että pääsen opinnäytetyössäni soveltamaan oppimiani asioita käytännössä.

3 PÄIVÄKIRJARAPORTOINTI

Tässä luvussa esitetään opinnäytetyön päivittäinen ja viikoittainen eteneminen. Päiväkirjamuotoinen raportointi kuvaa tehdyt työvaiheet, ratkaistut ongelmat ja viikon lopussa tehdyt arviot edistymisestä.

3.1 Viikko 1

Torstai 17.4.2025

Opinnäytetyöni käynnistyi aloituskäynnillä Haapaveden Puukaluste Oy:ssä 17.5.2025. Käynnillä olivat paikalla opinnäytetyönohjaaja sekä yrityksen edustaja. Vierailun aikana perehdyttiin kohteen keskeisiin osa-alueisiin ja sovittiin työn sisällöstä, aikataulusta ja asiakkaan tarpeesta uusia vanhentunut purpoistojärjestelmä. Käynnin yhteydessä tarkasteltiin tuotannossa olevaa nykyistä järjestelmää, koska vanha järjestelmä on tullut teknisen käyttöikänsä päähän ja on monelta osin vanhentunut. Tästä syystä järjestelmä on tarpeen uusia ja modernisoida.

Nykyisessä järjestelmässä on myös kolme erillistä sähkökeskusta, jotka saneerauksen yhteydessä on tarkoitus yhdistää yhdeksi keskuksiksi. Yritys toivoi, että uusittavat laitteistot ja järjestelmät ovat Euroopassa valmistettuja, ja että ne täyttävät nykyiset turvallisuus- ja energiatehokkuusvaatimukset. Lisäksi keskustelimme tarkemmin asiakkaan odotuksista ja tavoitteista modernisoinnin suhteen. Työssä tulee huomioida sekä tekniset ratkaisut että niiden käytännön toteutettavuus tuotannon näkökulmasta. Lisäksi tulee laskea realistinen kustannusarvio saneerauksesta.

Aloituskäynti oli kokonaisuudessaan onnistunut ja loi hyvän pohjan opinnäytetyön aloitukselle ja etenemiselle. Sovimme, että jos työhön liittyy muutoksia jommaltakummalta osapuolelta, olemme viipymättä yhteydessä niistä. Yritys toivoo työni tukevan tulevaa investointipäätöstä ja antavan realistisen kuvan nykytilanteesta ja kehitystarpeista.

Perjantai 23.4.2025

Tänä päivänä aiheena oli Teams-palaveri opinnäytetyöni ohjaajan Hannu Puomion kanssa. Edellisenä päivänä kävimme yhdessä opinnäytetyön tilaajan kanssa sovitut asiat ja keskustelimme esimerkiksi siitä, onko minulla tarvittavat ohjelmistot työn suorittamiseen. Kerroin ohjaajalleni, miten olen alustavasti aikonut toteuttaa opinnäytetyöni, ja päädyimme siihen, että päiväkirjamalli on paras tapa toteuttaa kyseinen työ.

Kävimme läpi aikataulua, ja koska opinnäytetyön aihe sekä toteutustapa on jo aiemmin hyväksytty Wihi-järjestelmässä, ne eivät enää vaadi muutoksia. Kun aloitin opinnäytetyön tekemisen keväällä, minulla oli alun perin suunnitelmissa pitää kesälomaa, mutta omasta halustani halusin aloittaa työn jo keväällä ja jatkaa sitä muiden ollessa lomalla. Ohjaajani kertoi, että voin olla yhteydessä häneen sähköpostitse, mikäli ongelmia ilmenee, ja että hän pystyy tarvittaessa tuutoroimaan myös kesällä.

Opinnäytetyön ohjaajani on kesälomalla elokuun puoliväliin saakka, jolloin minun on tarkoitus palauttaa ensimmäinen versio opinnäytetyöstäni.

3.2 Viikko 2

Maanantai 5.5.2025

Tämän päivän aikana keskityin purunpoistojärjestelmän nykytilanteen tarkasteluun, joka on oleellinen vaihe järjestelmän modernisointia varten. Aloitin päivän käymällä läpi työn tilaajalta saamaani materiaalia, joka sisälsi DWG-muodossa olevia teknisiä piirustuksia nykyisestä purunpoistojärjestelmästä sekä ottamiani valokuvia kohteesta ja dokumentteja nykyisistä laitteista. Näiden tietojen pohjalta on helpompi muodostaa kokonaiskuva järjestelmän rakenteesta ja toiminnasta.

DWG-kuvien analysoinnissa käytin AutoCAD-ohjelmaa, joiden avulla sain selville kanavareitit, laitepaikat ja olemassa olevat koneet. Keskityin erityisesti purunpoistolinjojen mitoituksiin, haarakohtiin ja imupisteiden sijaintiin sekä tämänhetkisiin toimintaperiaatteisiin. Osa sulkupelleistä on manuaalisia ja osa automaation ohjaamia; uudessa järjestelmässä sulkupeltien tulee toimia sekä manuaalisesti että au-

tomaation avulla. Osa järjestelmän komponenteista vaikutti aikakaudelleen tyypillisiltä, mutta nyky-päivän näkökulmasta osin tehottomilta tai epäoptimaalisilta sijoituksellisesti. Yhdessä purunpoistokana-
navista on esiintynyt ongelmia virtausnopeuden osalta.

Valokuvamateriaalien analysointi täydensi piirustuksista saatua tietoa, mutta käytännön toteutus ei ollut kaikilta osin piirustusten mukaisesti toteutettu. Esimerkiksi kuviin ei ole merkitty, mitkä sulkupel-
leistä ovat automaatiolla toteutettuja ja mitkä manuaalisesti.

Päivän työ auttoi hahmottamaan lähtötilannetta ja toi esille useita kehityskohteita. Oppimiseni kannalta oli tärkeää myös oppia, ettei modernisointi voi perustua pelkkiin kuviin ja sähköpiirustuksiin, vaan vi-
suaalinen dokumentointi ja paikan päällä tehtävä arviointi ovat yhtä tärkeitä suunniteltaessa moderni-
sointia laitteistoille. Tässä vaiheessa en vielä tehnyt teknisiä laskelmia tai ehdotuksia, mutta muodostin
alustavan listan tarkasteltavista kohteista jatkoa varten. Lista sisältävät purunpoistopuhallinlinjojen
sijainnit, ohjausjärjestelmän nykytilanne ja pölynpoiston tehokkuus eri tuotantopisteissä. Seuraava as-
kel on yhdistää havainnot teoriapohjaan ja tarkentaa kehittämistavoitteita. Aineistot antavat hyvän poh-
jan jatkaa teknisten ja toiminnallisten parannusehdotusten suunnittelua.

Tiistai 6.5.2025

Aloitin opinnäytetyön tekemisen Centrian-opinnäytetyöpohjaan. Laadin kansilehden, kirjoitin käsitteet
ja aloitin pohdintaosion, jota tarvittaessa muokataan tai täydennetään. Itse koen näin helpommaksi
aloittaa työn, koska on jokin muistijälki asioista, kun ne ovat vielä tuoreessa muistissa. Kun mielessäni
oli, miten tulen työn toteuttamaan, jatkoin työtä tiivistelmän ja abstract-osioiden tekemisellä.

Jatkoin päivääni pohtimalla kunkin päivän tehtäviä ja päädyin työrytmissä itselleni toimivimpaan rat-
kaisuun: teen opinnäytetyötäni viitenä päivänä viikossa aihepiiri kerrallaan, ja käytännön suunnittelun
jätän työn loppupuolelle. Etenen opinnäytetyön pohjan mukaisesti työssäni. Tämä siksi, että ohjausta
oli paremmin saatavilla elokuun puolivälin jälkeen. Mielestäni myös tekemäni johdannot, tiivistelmät
ja muut alkupään kirjoitusosiot toimivat hyvin tarvittaessa myöhemmin muistiinpanoina.

Keskiviikko 7.5.2025

Aloin etsiä eurooppalaisilta valmistajilta logiikkalaitteistoja ja vertailla niiden hintoja. Tilaajan toiveena oli valita tunnettu eurooppalainen valmistaja, tuotteiden tuen ja varaosa saatavuuden vuoksi. Halusin varmistaa, että ehdottamani laitteisto on sellainen, jota voidaan päivittää ja laajentaa tulevaisuudessa ilman, että järjestelmä täytyy uusua muutaman vuoden välein. Tämä oli myös tilaajan selkeä vaatimus ja toive.

Logiikkaohjainten valmistajia on useita, ja työssäni päädyin rajaamaan valmistajat 3–4 tunnetun valmistajan tuotteisiin. Tunnetuista logiikkalaitteistoista löysin helposti Siemensin (LOGO! Soft Comfort, S7) ja Beckhoffin hinnastot.

Arviointi

Toinen viikko opinnäytetyön parissa oli opintojen kannalta hyvin opettavainen ja informatiivinen. Viikon aikana opin merkittävästi lisää niin projektinhallinnasta ja dokumentoinnista kuin teknisestä selvitystyöstä.

Projektin aloituksen ja yhteistyön osalta ymmärsin, kuinka tilaajan kanssa toteutettu aloituskäynti oli ensiarvoisen tärkeä. Sillä työn luonteen vuoksi se on välttämätön. Se oli välttämätöntä siksi, että opinnäytetyöni on käytännön työ, jossa on tärkeää saada selkeä kuva työn tavoitteista ja tarpeellisuudesta, luoden samalla hyvän pohjan yhteistyölle. Opin myös projektimuotoisen työn tarpeiden kartoittamisesta käynnilläni Haapaveden Puukaluste Oy:ssä.

Purunpoistojärjestelmän nykytilanteen analyysi kehitti taitojani teknisen dokumentaation ja piirustusten tulkinnassa sekä osoitti, etteivät piirustukset aina vastaa käytäntöä ja voivat olla suurpiirteisiä, mikä aiheuttaa kyseisessä työssä lisähaasteita.

Itsenäisen suunnittelun ja työni aikatauluttamisen suhteen uskon, että selkeä työn rytmittäminen antaa oppia tulevaisuuden työelämään. Logiikkaohjainten osalta opin eri tuotteista, niiden laajennettavuudesta sekä kustannusluokista, mikä antaa pohjan järkevälle laitevalinnalle ja projektin budjetoinnille.

3.3 Viikko 3

Maanantai 8.5.2025

Tällä viikolla opinnäytetyössäni keskityin purunpoistojärjestelmän sulkupeltien kartoitukseen ja erityisesti eurooppalaisten valmistajien tarjoamiin tuotteisiin. Sulkupellit ovat keskeinen osa järjestelmää, sillä niiden avulla ohjataan ilman virtauksia eri koneille ja estetään turhan imutehon kulku sellaisille koneille, jotka eivät ole käytössä juuri kyseisellä hetkellä. Oikeanlaisten sulkupeltien valinta vaikuttaa energiatehokkuuteen ja toimintavarmuuteen.

Aloitin päiväni tutkimalla, millaisia vaatimuksia sulkupelleille asetetaan puunjalostusteollisuudessa. Tilaajan vaatimusten mukaan sulkupeltien tulee toimia joko käsikäyttöisesti tai pneumaattisesti, ja omassa työssäni niiden on toimittava molemmilla tavoilla. Tässä järjestelmässä sulkupellit ovat kuitenkin sähkökäyttöisiä, eivätkä perustu pneumaattiseen ohjaukseen. Lisäksi pneumaattisissa järjestelmissä käytetään usein sähkökäyttöisiä sulkuventtiilejä, jotka on suunniteltava toimimaan alhaisissa alipaineissa, että korkeissa pölykuormissa.

Sulkupeltien tulee täyttää ATEX-direktiivin asettamat vaatimukset esimerkiksi pölynräjähdysriskin takia (Työturvallisuuslaki 1139/2016). Etsiessäni eurooppalaisia sulkupeltien moottorien valmistajia löysin Belimon (Sveitsi), Siemensin (Saksa) ja Grunerin (Sveitsi). Tarkastelin näiden tuotteiden teknisiä esitteitä, materiaalivalintoja ja mahdollisuutta liittää sulkupellit osaksi ohjausjärjestelmää. Täysin sähköisesti toimivat pellit, joita voidaan ohjata PLC:n kautta, nousivat selvästi parhaimmaksi ratkaisuksi järjestelmän automatisointia ajatellen.

Päivän päätteeksi suunnittelin alustavan taulukon neljästä vaihtoehdosta, jossa vertailin neljää vaihtoehtoa teknisten ominaisuuksien, ATEX-hyväksynnän, lisävarusteiden ja hinnan perusteella.

Tiistai 9.5.2025

Jatkoin edellisenä päivänä aloittamaani selvitystä siitä, miten sulkupellit voidaan integroida osaksi keskitettyä ohjausjärjestelmää. Purunpoistojärjestelmissä on usein tarve ohjata eri linjoja konekohtaisesti sen mukaan, mitkä laitteet ovat aktiivisia kulloinkin tuotantoprosessin aikana. Tästä syystä pelkkä manuaalinen ohjaus ei riitä, vaan tarvitaan automaatiota ja automaattista kytkeytymistä käyttötilanteen mukaan.

Tänään tarkastelin tarkemmin Belimon ja Siemensin ratkaisuja, koska molemmat valmistajat tarjoavat sulkupeltejä, jotka voidaan varustaa sähköisellä ohjausmoduulilla ja rajakytkimillä (pneumaattinen sähköohjattu järjestelmä). Tällaisessa järjestelmässä rajakytkimet ovat välttämättömiä tilan tunnistamiseksi. Rajakytkimen tieto siitä, onko pelti auki vai kiinni on erityisen tärkeää siitä syystä, että varmistetaan, ettei imua synny suljettuun kanavaan, mikä saattaa aiheuttaa ylipaineen tai häiriöitä ilmanvirtauksessa.

Tarkastelin myös sähköisten ja pneumaattisten toimilaitteiden eroja. Sähkötoimisen mallin liitäntä mahdollistaa suuremman liitännän esimerkkinä Siemensin LOGO- tai S7-automaatiojärjestelmiin ilman erillisiä venttiiliryhmiä. ATEX-vaatimusten osalta selvisi, että valmistajat tarjoavat joko vakiona tai lisävarusteena ATEX-hyväksytyjä toimilaitteita ja antureita. Belimo ja Siemens ilmoittavat selkeästi, minkä ATEX-alueen tuotteet täyttävät vaatimukset, mikä puolestaan helpottaa suunnittelua ja säästää aikaa myöhemmin järjestelmän kokonaisuhyväksyntää haettaessa.

Keskiviikko 10.5.2025

Keskityin purunpoistojärjestelmän sulkupeltien ohjauksen toteutustavan valintaan. Olin jo aiemmin kartoittanut kaksi varteenotettavaa vaihtoehtoa. Haluan työssäni verrata kevyempää Siemens LOGO -logiikkaa sekä Beckhoffin PLC-ratkaisua TwinCat-ohjelmistoympäristössä. Molemmilla vaihtoehdoilla olisi teknisesti mahdollisuus toteuttaa halutunlainen toiminta. Vielä kuitenkin tarvitsee analysoida, onko LOGO liian pieni järjestelmä, jos järjestelmää päivitetään, jääkö se liian pieneksi.

LOGO- on pieni logiikka, mutta se on yksinkertaisempi ja kustannustehokkaampi vaihtoehto. Beckhoff tarjoaa LOGO-ohjelmistoa joustavamman vaihtoehdon erityisesti I/O-laajennusten sekä tiedon siirron suhteen. TwinCat-ohjelmointi Structured Text -kieli mahdollistaa monipuolisemman logiikan toteutuksen ja järjestelmä on helposti liitettävissä muihin automaatio-ominaisuuksiin.

Punnittuani molempien vaihtoehtojen hyödyt ja rajoitteet päätin valita Beckhoffin ohjausratkaisun. Valintaan vaikuttivat erityisesti järjestelmän modulaarisuus ja skaalattavuus. Mahdollisuus, että ohjausjärjestelmä on laajennettavissa myös tulevissa laajennuksissa, eikä järjestelmä jää yksittäiseen käyttötapaan sidotuksi.

Torstai 11.5.2025

Keskityin kartoittamaan Beckhoffin automaatiojärjestelmien saatavuutta ja kustannuksia Suomeen. Tarkoituksena selvittää, kuinka helposti Beckhoffin komponentteja on saatavilla, miten maahantuonti toimii ja mikä on alustava kustannustaso järjestelmän hankinnalle. Selvisi, että Beckhoff Automation Oy on Suomessa virallinen maahantuojaja ja jälleenmyyjä. Pääkonttori sijaitsee Hyvinkäällä, ja lisäksi yrityksellä on aluekonttorit Oulussa, Tampereella, Kuopiossa ja Seinäjoella. Tämä takaa hyvän alueellisen kattavuuden ja teknisen tuen eri puolilla Suomea. Tämän lisäksi heillä on oma suomenkielinen verkkosivusto, joka sisältää kattavasti tietoa tuotteista, ohjelmistoista ja tukipalveluista.

Alustavan arvion mukaan pienikokoinen järjestelmä, joka koostuu yhdestä teollisuus-PC:stä muutamasta EtherCat I/O-moduulista ja tarvittavasta lisenssistä (esim. TwinCat 3 runtime -lisenssi liikkuu 2500–5000 euron hintaluokassa).

Perjantai 12.5.2025

Käytin aikaa koko viikon aikana kerättyjen tietojen yhdistämiseen ja dokumentointiin opinnäytetyötä varten. Kävin läpi maanantaista alkaen tekemäni selvitykset liittyen purunpoistojärjestelmän sulkupeltien toimilaitteisiin sekä ohjauksen toteutustapoihin. Kirjasin ylös keskeiset tekniset havainnot ensin neljästä eurooppalaisesta valmistajasta sekä näiden sulkupeltien ominaisuudet. Sain selville myös automaatiojärjestelmän alustavan kustannusarvion, jota voin käyttää teknisenä perusteluna ja osana kustannuslaskelmaa.

Arviointi

Tämän viikon aikana sain muodostettua kokonaiskuvan purunpoistojärjestelmän sulkupeltien vaatimuksista, soveltuvista toimilaiteratkaisuista sekä ohjauksen toteutusvaihtoehdoista. Eri valmistajien tuotteiden vertailu auttoi ymmärtämään ATEX-vaatimuksia, ohjattavuuden merkitystä ja järjestelmän teknisiä reunaehdoja. Viikon tärkein päätös oli ohjausjärjestelmän valinta, jossa päädyttiin Beckhoffin PLC-ratkaisuun sen skaalattavuuden ja joustavuuden takia. Viikko oli onnistunut ja antoi hyvän pohjan tekniselle toteutusosuudelle. Työtäni jatkan heinäkuussa kesälomien jälkeen.

3.4 Viikko 4

Tiistai 1.7.2025

Loman jälkeen tarkistin hakemieni tuotteiden määräysten mukaisuuden ja sopivuuden vielä uudestaan. Törmäsin ongelmaan jo mainittujen tunnettujen valmistajien tuotteissa, sillä niistä ei löytynyt ATEX-vaatimuksia täyttäviä tuotteita.

Aloin etsiä uudestaan sulkupeltien moottoreita, jotka täyttävät myös ATEX-vaatimuksen ja löysin saksalaiselta Rotork-nimiseltä valmistajalta moottorivaihtoehtoja, jotka täyttävät kyseiset ATEX-vaatimukset. Suomesta löysin ainoastaan yhden toimittajan, Stig Wahlström Oy:n.

Keskiviikko 2.7.2025

Tarkistin tänään Onniselta katsomani sulkupellin mallin (Onnline POH). Varmistin, että moottorit voidaan liittää pellin akseliin ja että laite toimii Beckhoff-logiikan kanssa. Tarkistin samalla kohteen kuvista kanavien mitat, jotta sulkupeltien koot ovat oikeat ja hintatiedotkin pitävät paikkansa. Varmistin tämän jälkeen, että kaikkia kyseisiä sulkupellin kokoja on saatavilla - näin oli. Laitan kaikkien järjestelmään asennettavien tuotteiden tekniset dokumentit ja kuvat myöhemmin liiteosioon.

Torstai 3.7.2025

Aloitin päivän tarkistamalla sulkupeltien mallien oikeellisuuden ja varmistamalla niiden sopivuuden moottorikäyttöön, sekä että sulkupellit ovat standardin mukaisia ja täyttävät ATEX-määräykset. Erityisesti kiinnitin edellä mainittujen asioiden lisäksi huomiota ilmatiiviysluokkaan, kokoalueeseen, käyttömekanismiin (manuaalinen ja moottoroitu) ja yhteensopivuuteen nykyisen järjestelmän kanssa. Valitsin Onnline POH -sulkupellit.

Iltapäivällä siirryin tarkastelemaan tilaajan toimittamaa DWG-kuva, josta sulkupeltien koot olivat helposti luettavissa. Kuvaan oli myös hahmoteltavissa sulkupeltien määrät ja sijainnit. Tämän perusteella aloin tekemään laiteluettelo. Työpäivän päätteeksi tarkistin vielä laiteluettelon yhteneväisyyden DWG-kuvaan, ja varmistin, että kaikki merkinnät ja mitat ovat oikein ja johdonmukaisia. Työ eteni suunnitellusti ja antaa hyvän pohjan jatkosuunnittelutoimille.

Perjantai 4.7.2025

Aloitin varsinaisen sähkösuunnitelman piirtämisen ja tekemisen. Ohjelmistoni päivitin uusimpaan versioon. Tilaajan toimittamasta kuvasta tein Autocadissa puhtaan DWG-kuvan, jossa kanavareitit ja sulkupeltien sijainnit on merkitty, ja piirsin niihin sulkupeltien 1-vaihemoottorit. Tilaajan lähettämä kuva oli pelkästään pohjakuva DWG-muodossa.

Päivän aikana päivitin ohjelmiston, tein DWG-muotoisen teknisen piirustuksen mittakaavaan ja suunnittelin moottorit kuvaan. Työ valmistui aikataulussa ja loi hyvän pohjan seuraaville suunnitteluvaiheille.

Arviointi

Kuluneen viikon aikana työ eteni suunnitelmallisesti ja tavoitteellisesti. Loman jälkeen aloitin tarkistuksilla, mikä osoittautui tärkeäksi, sillä aiemmin valitut moottorit eivät täyttäneet ATEX-vaatimuksia. Ratkaisin tilanteen uusien moottorien kartoituksen avulla ja löysin soveltuvat toimilaitteet Rotorkin valikoimasta. Tein myös taustatutkimusta siitä, että laitteistot ovat yhteensopivia (sulkupellit, moottorit ja automaatiolaitteisto). Viikon työskentely osoitti, kuinka tärkeää on yhdistää tekninen tarkkuus ja järjestelmällinen eteneminen suunnittelutyössä. Työ eteni aikataulussa ja muodosti vahvan pohjan jatkosuunnittelulle.

3.5 Viikko 5

Maanantai 7.7.2025

Opinnäytetyössäni jatkoin työtä suunnitellen pienjännitekeskusta teollisen purunpoistojärjestelmän ohjaukseen. Suunnittelun alussa kartoitin kuormakohteet, ohjaustarpeet, ympäristövaatimukset sekä käytettävissä olevan tilan. Päädyin valitsemaan keskuksiksi Norelcon Oy:n valmistaman Norpower 1250 -kotelokeskuksen, joka vastasi sähköteknisiä ja mekaanisia vaatimuksia.

Valintaperusteena kyseisessä kotelokeskusjärjestelmässä on sen soveltuvuus kiinteisiin pienjännite-asennuksiin ja se tarjoaa joustavuutta DIN-kiskokalustukseen ja lisävarusteluun. Koska tila on pölyluokassa 22, täytyy huomioida kotelointiluokka, ja koska kyseistä keskusta on saatavana IP20-IP65-luokissa, tämä mahdollistaa oikean suojaustason valinnan. Projektin ympäristöolosuhteiden takia valitaan IP65-luokan rakenne siitä syystä, että näin voidaan valita oikea pölynsuojaus teollisessa ympäristössä, koska kohteessa esiintyy puupölyä ja keskus sijoitetaan hallitilaan, jonka pölyluokka on 22 (ATEX).

Valittu runko on mitoiltaan 2239 mm korkea, 600 mm leveä ja 360 mm syvä. Keskukseen asennetaan kuusi vaakasuuntaista DIN-kiskoa, jotka mahdollistavat 72 moduulipaikan hyödyntämisen. Mitoitin tilavuuden riittäväksi ohjauslaitteille, moottorisuojakatkaisijoille, kontaktoreille sekä Beckhoff-logiikkalaitteistolle. Suunnittelutyön aloitin kartoittamalla kaikki keskuskaapin kautta ohjattavat kuormat. Tähän sisältyivät puruimurit, sulkupeltien toimilaitteet sekä turvapiirin komponentit. Yhteenvetona päivästä oli, että valittiin keskus, se dokumentoitiin ja sähköisen suunnittelun pohjatyö käynnistettiin.

Tiistai 8.7.2025

Aloin suunnitella keskuksen yhdistämistä. Kohteessa oli purupuhallinjärjestelmässä kolme erillistä sähkökeskusta, jotka modernisoinnissa muutetaan yhdeksi keskuksiksi. Tällä ratkaisulla halutaan yksinkertaistaa sähkönjakelua ja vähentää komponenttien määrää sekä yksinkertaistaa ja parantaa vianetsintää, turvallisuutta ja huollettavuutta.

Alkuperäiset keskuksat on aikanaan asennettu erikseen palvelemaan omia kuormakokonaisuuksia, ja näin ollen niiden ylläpito on ollut epäyhtenäistä. Uuden sähkökeskuksen valinnassa tärkeimpiä kriteerejä olivat riittävä komponenttitila, selkeä rakenne, saatavuus IP-luokituksilla sekä mahdollisuus laajennuksiin. Näiden vaatimusten perusteella valituksi tuli Norpower 1250 -sarjan sähkökeskus Norelcon valikoimasta.

Kyseinen keskus täyttää ATEX-määräysten mukaiset tiiveysvaatimukset, sillä sitä on saatavana IP-luokituksilla (IP54/IP65). Tämän vuoksi se soveltuu tilaajan kohteeseen, jossa pöly ja kosteusuojauksen tarve on kriittinen räjähdysvaarallisten ilmaseoksien vuoksi.

Norpower 1250 tarjoaa riittävästi tilaa tarvittaville ryhmille ja pääkomponenteille, ja lisäksi laajennus on helposti toteutettavissa. Tällä sähkökeskuksella varmistetaan, että myös tulevaisuuden muutoksille,

uusille ryhmille ja automaatiokomponenteille on varaus olemassa. Keskuksen kenttärakenne tukee moduulipohjaista asennusta ja tekee johdotuksesta selkeän sekä helposti huollettavan.

Norpower 1250 osoittautui teknisesti ja toiminnallisesti oikeaksi valinnaksi tässä kohteessa, koska se täyttää fyysiset mitoitusvaatimukset, IP-luokituksen (SFS-EN 60529 2019) ja ATEX-vaatimukset kohteessa (ST 51.82 2025), laajennusvaran ja kaapelointitilan tarpeet sekä komponenttien sijoittelun ja asennettavuuden. Lisäksi se on saatavilla suoraan valmistajan valikoimasta, ja täyttää standardit.

Keskiviikko 9.7.2025

Keskityin nykyisten sähkökaappien sisältämiin komponentteihin ja niiden teknisiin ominaisuuksiin, jotta ne tulevat huomioituksi suunniteltaessa uutta sähkökeskusta. Koska alkuperäisiä dokumentteja ei ollut kaikilta osin saatavilla, hyödynsin aikaisemmin vierailulla tilaajan kohteessa ottamiani valokuvia kunkin kaapin sisällöstä.

Kävin järjestelmällisesti läpi kuvista komponenttien valmistajia ja tyyppimerkintöjä, sulakkeiden ja katkaisijoiden nimellisvirtoja, kaapeleiden lähtöjä ja mahdollisia merkintöjä sekä rakenneosien, kuten liittimien, kiskojen, kontaktorien ja moottorisuojareleiden malleja. Moni komponenteista oli vanhentunut, joten päädyin etsimään valmistajien sivuilta uusia, nykyaikaisia komponentteja.

Valokuvista pystyin luotettavasti kartoittamaan nykyisten kaappien sisällön ja aloittamaan alustavan korvaavien komponenttien kartoituksen, jota on tarkoitus jatkaa seuraavina päivinä. Suurin osa vanhoista komponenteista korvataan nykyaikaisilla ja modulaarisilla vaihtoehtoilla, jotka ovat helposti asennettavissa uuteen keskukseen.

Tämä työvaihe helpottaa merkittävästi seuraavaa työn vaihetta, jossa suunnitellaan uuden keskuksen kokoonpano ja kytkentäkaaviot. Aloitin tekemään myös komponenttilistaa, joka täydentyy työn edetessä.

Torstai 10.7.2025

Päivän aikana keskityin sähkökeskuksen yhdistämistyöhön liittyvien komponenttien kartoittamiseen, teknisten tietojen varmentamiseen sekä tarvittavien osien luettelointiin. Aloitin päivän tutustumalla

kaapin kytkentä- ja layout-kuviin, jotta sain kokonaiskuvan siitä, mitä komponentteja tarvitaan ja miten ne sijoittuvat uuteen sähkökeskukseen. Tämän jälkeen aloitin varsinaisen komponenttien etsinnän. Käytin ABB:n ja Schneider Electricin verkkosivuja ja tuoteluetteloita.

Osien etsintä oli yllättävän aikaa vievää. Vertailin teknisiä tietoja, kuten jännitealueita, asennustapaa ja mittoja varmistaakseni, että komponentit varmasti soveltuvia uuteen sähkökaappiin. Tarkistin myös komponenttien saatavuuden ja selvitin hintatiedon. Aloitin listaamisen Excel-taulukkoon (jonka esitän liitteet-osiossa myöhemmin työssäni). Työ vaati paljon eri valmistajien teknisten dokumenttien selausta. Mielestäni tieto oli helposti saatavilla.

Perjantai 11.7.2025

Käytin päivän päiväkirjan kirjoittamiseen tekemällä viikosta yhteenvedon ja arvioinnin opituista asioista. Kuluneen viikon aikana opinnäytetyöni painopiste oli uuden sähkökeskuksen suunnittelussa teollisen purunpoistojärjestelmän ohjausta varten, jota jatkan myös seuraavalla viikolla. Alkuviikosta tein suunnittelutyötä kartoittamalla kuormat, ohjaustarpeet ja ympäristövaatimukset, ja valitsin uudeksi sähkökeskukseksi Norpower 1250 -kotelokeskuksen.

Työ jatkui varmistamalla kyseisen keskuksen teknisiä ominaisuuksia ja soveltuvuutta tilaajan kohteeseen. Loppuviikon kartoitin valokuvista ja sähkökuvista olemassa olevien keskusten sisältämiä komponentteja ja aloin etsiä uusia vastaavia komponentteja. Kirjasin Excel-taulukkoon komponentteja. Viikon aikana sain aikaan vankan pohjan keskussuunnittelulle, jota hyödynnetään myöhemmässä vaiheessa kytkentäkaavioiden laadinnassa ja materiaalihankinnassa.

Arviointi

Viikko eteni suunnitellusti ja työskentely oli tavoitteellista. Keskussuunnittelun kannalta tehtiin merkittäviä päätöksiä, kuten keskuksen valinta ja vanhojen keskusten yhdistäminen yhdeksi kokonaisuudeksi. Vanhojen komponenttien kartoitus ja uusien korvaavien osien etsintä antoivat hyvän pohjan jatkosuunnittelulle. Työssä kehittyi erityisesti kyky hahmottaa työn kokonaisuutta sekä teknisen tiedon tärkeys käytännön suunnitteluratkaisuissa. Opin myös, että huolellinen jokaisessa työn vaiheessa tekemäni dokumentointi ja etukäteissuunnittelu helpottavat merkittävästi myöhempiä työn vaiheita. Kokonaisuutena viikko oli onnistunut ja työ eteni hyvin kohti seuraavia suunnitteluvaiheita.

3.6 Viikko 6

Maanantai 14.7.2025

Jatkoin kolmen olemassa olevan sähkökaapin komponenttien määrittämistä. Jo aiemmin kirjaamieni komponenttien lisäksi sain dokumentoitua kaikkien kaappien komponentit tyyppin ja toimintatarkoituksen mukaan ja mietin mahdollisia korvaavia nykyaikaisia komponentteja. Erityistä huomiota kiinnitin aikareleiden, apureleiden, kontaktorien, moottorisuojakytkimien, sulakkeiden sekä logiikkaohjaimien rooleihin. Tässä vaiheessa tarkastelin mahdollisuutta korvata useita komponentteja ohjelmallisella toteutuksella, kun vanha logiikka korvataan uudessa järjestelmässä Beckhoff-logiikalla.

Päivän päätteeksi sain komponenttimäärittäykset valmiiksi kaikista kolmesta kaapista. Tämä työ on tärkeä pohja seuraavalle vaiheelle, jossa suunnitellaan yksi optimoitu kaappiratkaisu. Tunnen edenneeni projektissa merkittävästi, ja työ alkaa nyt konkretisoitua selkeämmäksi kokonaisuudeksi.

Tiistai 15.7.2025

Tämän päivän aikana keskityin uuden sähkökaappijärjestelmän komponenttien modernisointiin, ja mahdollisuuksiin yksinkertaistaa sekä vähentää niiden määrää saavuttaakseni kustannustehokkaan ja yksinkertaisemmän järjestelmän. Nykyisen ratkaisun sijaan uusi modernimpi ratkaisu vähentää komponentteja erityisesti moottorilähtöjen, kontaktorien, apureleiden ja sulakkeiden osalta. Vertasin nykyajan moderneja ratkaisuja, kuten älykästä moottorilähtömoduulia, ohjelmoitavaa nykyaikaista Beckhoff-logiikkaohjausta sekä elektronista ryhmäsuojausta.

Beckhoffin logiikka korvaa aikareleet ohjelmallisilla ajastuksilla, ja apureleiden logiikka toteutetaan ohjelmoinnilla, jolloin fyysisiä releitä ei tarvita. Ainoastaan galvaaniseen erotukseen tarvittavat releet säilyvät, ja useat kontaktorit voidaan jättää pois, kun moottorilähtöjä ohjataan suoraan älykkäillä ohjausmoduuleilla ja taajuusmuuttajilla.

Päivän päätteeksi sain luotua selkeän näkemyksen siitä, miten yksi keskitetty kaappi voi korvata kolme nykyistä kaappia ja samalla vähentää merkittävästi käytettyjen komponenttien määrää.

Keskiviikko 16.7.2025

Keskityin opinnäytetyössäni jo aiemmin dokumentoitujen tietojen vertailemiseen nykyisen järjestelmän ja uuden yhden kaapin järjestelmän välillä sekä erityisesti siihen kuinka paljon järjestelmästä vähenee komponentteja. Tämä selkeytti molempien toteutustapojen rakennetta ja helpotti niiden vertailua konkreettisesti keskenään.

Kävin vielä läpi nykyisen järjestelmän komponentit tarkasti. Tämän jälkeen kokosin viereen tiedot suunnitellusta yhden kaapin järjestelmästä, jossa hyödynnetään Beckhoffin ohjelmoitavaa logiikkaa sekä älykkäitä lähtö- ja suojausmoduuleita. Tämän vertailun pohjalta sain laadittua selkeän taulukon komponenttimääristä ja niiden vähentymisestä. Tarkastellessani toiminnallisuutta huomasin, että ohjelmoitava logiikka korvaa suuren osan aikaisemmista fyysisten komponenttien toiminnoista.

Yhteenvedon kokoaminen ja analysointi auttoi hahmottamaan, kuinka paljon komponenttien määrä oikeasti vähenee ja minkälaisia vaikutuksia sillä on kustannuksiin, tilankäyttöön ja järjestelmän ylläpitoon.

Torstai 17.7.2025

Tänään sain valmiiksi työn alla olleen suunnittelutyön kolmesta sähkökaapista yhdeksi. Jo aiemmin valitsemani uusi sähkökaappimalli toimii uuden järjestelmän kanssa loistavasti tilan, suunnitellun asennuspaikan ja laajennettavuuden kannalta. Myös komponentteja saadaan vähennettyä uudessa ratkaisussa. Dokumentoin kaikki komponentit tarkasti, ja seuraavassa vaiheessa etsin hintatiedot valmistajilta puuttuvien komponenttien osalta, koska aiemmin olen jo hankkinut logiikan ja sulkupeltien sekä niiden moottorien hintatiedot. (LIITE 1).

Perjantai 18.7.2025

Viikon aikana sähkökaappien uudistamistyö eteni merkittävästi osana opinnäytetyötäni. Maanantaina sain valmiiksi kolmen olemassa olevan kaapin komponenttien dokumentoinnin ja aloitin arvioinnin

nykyaikaisemmasta korvaavasta ratkaisusta. Keskityin uuden järjestelmän modernisointiin ja komponenttien vähentämiseen hyödyntämällä Beckhoff-logiikkaa sekä älykkäitä ohjaus- ja suojausmoduuleita.

Puolivälissä viikkoa vertailin vanhaa ja uutta järjestelmää taulukkomuodossa ja analysoin konkreettisesti komponenttimäärien vähenemistä sekä vaikutuksia tilankäyttöön, kustannuksiin ja ylläpitoon. Loppuviikosta sain suunnittelutyön kaappien osalta valmiiksi, ja kolme sähkökaappia korvautuu nyt yhdellä optimoidulla kaapilla. Dokumentoin komponentit ja etsin puuttuvat hintatiedot seuraavaksi.

Arviointi

Viikko oli kokonaisuudessaan erittäin onnistunut ja tuottava. Työ eteni suunnitelmallisesti vaiheittain. Vertailun ja dokumentoinnin avulla muodostui vahva kokonaiskuva uudesta ratkaisusta ja sen soveltuvuus todelliseen käyttöympäristöön on nyt hyvin perusteltu. Projektin tavoitteet myös toteutuvat sekä aikataulun että teknisen perustelun ja dokumentoinnin osalta. Työ etenee hyvällä rytmillä, ja tämä viikko muodosti selkeän käännekohdan projektissa. Ideointi on nyt muuttunut konkreettiseksi ratkaisuksi.

3.7 Viikko 7

Maanantai 21.7.2025

Tänään keskityin komponenttilistojen siistimiseen. Työ oli luonteeltaan tarkkuutta vaativaa, sillä listat sisälsivät paljon yksityiskohtia, jotka piti käydä läpi yksi kerrallaan. Työn alussa komponentteja oli paljon enemmän kuin mitä lopullisessa valmiissa toteutuksessa.

Työpäivä oli rauhallinen ja eteni tasaisesti mutta vaati keskittymistä. Teknisesti työ ei ollut vaativaa, mutta se oli tärkeä osa projektia, sillä siisti ja yhtenäinen komponenttilista säästää aikaa ja helpottaa jatkossa tarjousten pyytämistä komponenttitoimittajilta. Listat olivat päivän päätteeksi selkeämmät, mikä toi hyvän tunteen onnistumisesta kyseisen työn osalta.

Tiistai 22.7.2025

Keskityin opinnäytetyöni tekstin läpikäymiseen. Luin läpi useita lukuja ja tarkistin kirjoittamaani tekstiä, ja kiinnitin huomiota kirjoitusasuun ja asioiden oikeellisuuteen. Korjailin fonttikokoja sekä kirjoitusvirheitä, tarkensin lauserakenteita ja poistin turhia toistoja tekstistä. Joissakin kohdissa muokkasin lauseita sujuvammiksi, jotta teksti olisi helpommin luettavaa.

Päivä oli melko työntäyteinen, mutta koen, että tekstin laatu parani huomattavasti. Nyt kokonaisuus näyttää yhtenäisemmältä ja huolellisemmalta. Jatkan samaa työtä seuraavana päivänä, jotta voin palauttaa ensimmäisen version elokuun puolivälin tienoilla.

Keskiviikko 23.7.2025

Jatkoin opinnäytetyöni tekstin tarkistamista siitä mihin edellisenä päivänä jäin. Kävin huolellisesti läpi loput luvuista ja kiinnitin erityistä huomiota lukujen kirjoitusasuun ja sisällön oikeellisuuteen. Korjailin vielä pieniä virheitä ja muokkasin lauserakenteita sujuvimiksi. Työ eteni tasaisesti, ja lopulta sain tarkistuksen valmiiksi. Mielestäni onnistuin hyvin, ja oli hienoa nähdä, että tekstistä tuli yhtenäisen ja viimeistellyn näköinen. Päivän päätteeksi opinnäytetyöni oli huomattavasti selkeämmässä ja valmiimassa muodossa, mikä tuo varmuutta työn edistymisessä.

Torstai 31.7.2025

Tekstin tarkistuksen jälkeen keskityin tänään automaatio-ohjelman hahmotteluun. Kävin läpi, mitä olen jo saanut tehtyä, ja tarkistin ohjelman rakenteen sekä loogisuuden. Teen hahmotelmat eri ohjelmalla kuin millä lopullinen työ tullaan tekemään, koska minulla ei ole kyseistä ohjelmaa omalla koneellani. Sovin opinnäytetyön ohjaajan kanssa, että menen syyskuussa tekemään ohjelmiston koululle, missä kyseinen ohjelmisto on käytettävissä.

Perjantai 1.8.2025

Koska edellinen viikko jäi hiukan lyhyemmäksi, tämä päivä tuntui erityisen tärkeältä työn etenemisen kannalta. Oli hyvä saada kokonaiskuva siitä, missä vaiheessa ohjelma on ja mitä vielä tarvitaan ennen lopullista ohjelman viimeistelyä. Vaikka edellinen viikko jäi hiukan lyhyemmäksi, työ eteni suunnitellusti ja aikataulussa.

Arviointi

Kulunut yhdistetty viikko oli kokonaisuudessaan onnistunut ja työntäyteinen. Alkuviikosta keskityin komponenttilistojen siistimiseen, mikä vei aikaa mutta toi selkeyttä projektin kokonaisuuteen ja helpottaa tarjouspyyntöjen hallintaa. Keskiviikkoon mennessä sain opinnäytetyöni tekstintarkistuksen valmiiksi ja voin palauttaa ensimmäisen työvaiheen.

Seuraavan viikon loppupuolella siirryin automaatio-ohjelman hahmotteluun ja sain hyvän pohjan valmiiksi. Lisäksi selkiytyi, mitä työvaiheita tarvitaan syyskuussa koululla ohjelmiston varsinaista toteuttamista varten. Yhdistetty viikko antoi kokonaisuudessaan varmuutta työn etenemisestä ja vahvisti tunnetta siitä, että dokumentointi ja tekninen toteutus etenevät hallitusti. Kokonaisuutena yhdistetty viikko oli tasapainoinen ja hallittu kokonaisuus, yhdistelmä kirjallista tarkistustyötä ja teknistä suunnittelua.

3.8 Viikko 8

Maanantai 4.8.2025

Jatkoin jo aiemmin aloittamaani sähkösuunnitelman tekemistä. Nyt kun kaikki komponentit on valittu, jatkoin suunnitelman tekoa lisäämällä siihen valitsemani sähkökeskuksen sekä tilaajalta saamani syötökaapelit. Työssä tuli huomioida, miten keskus liittyy kokonaisuuteen ja miten liitännät muiden komponenttien kanssa toimivat loogisesti ja selkeästi.

Piirtäminen vei aikaa, sillä tarkistin samalla kytkentöjä ja varmistin, ettei suunnitelmaan jäänyt ristiriitoja. Päivän päätteeksi uusi keskus saatiin onnistuneesti osaksi sähkökuvaa, ja kokonaisuus eteni suunnitellusti kohti valmista toteutusta.

Tiistai 5.8.2025

Keskityin logiikkaohjelmiston täydentämiseen jo aiemmin aloittamaani suunnitelman pohjalta. Kävin läpi jo suunnittelemani päätoiminnot ja pohdin, miten eri ohjaus- ja turvatoiminnot tulisi toteuttaa käytännössä (Kippo & Tikka 2022).

Halusin varmistaa, että toteutus vastaa tilaajan odotuksia, ja päätin olla yhteydessä heihin saadakseni tarkempia tietoja. Tavoitteena oli varmistaa yhteisymmärrys siitä, millainen uuden järjestelmän toiminnallisuus heidän näkökulmastaan tulisi olla, jotta vältetään ristiriidoilta ja järjestelmä palvelee haluttua käyttötarkoitusta.

Keskiviikko 6.8.2025

Tänään odottelin vastausta tilaajalta liittyen ohjelman toiminnallisuuksia koskeviin tarkennuksiin. Samalla jatkoin automaatio-ohjelman suunnittelua niiltä osin, jotka eivät vaatineet heidän lopullista hyväksyntäänsä. Keskityin ohjelman rakenteen selkeyttämiseen ja valmistelin pohjaa tuleville muutoksille. Päivän aikana sain ohjelmaan lisää sisältöä ja valmiuksia, vaikka osa ratkaisuksista jäi vielä tilaajalta saatavan palautteen varaan.

Torstai 7.8.2025

En saanut vielä vastausta tilaajalta, joten päätin hyödyntää ajan muulla tavoin. Aloin suunnitella työni ensimmäisen palautuksen ajankohtaa sekä sopia palaveria ohjaajan kanssa. Tarkoituksena oli käydä läpi tähän mennessä tehty työ, arvioida työn etenemistä ja varmistaa, että olen oikeassa suunnassa sekä sisällön että toteutuksen osalta. Päivän aikana tein alustavan aikataulusuunnitelman palautusta varten ja valmistelin materiaalit, joita voin esittää ohjaajalle palaverissa.

Perjantai 8.8.2025

Työni ensimmäinen vaihe tuli valmiiksi. Oli hienoa huomata, että suunnitellut osa-alueet etenivät aikataulun mukaisesti ja kokonaisuus on selkeästi hahmoteltavissa. Ensimmäisen vaiheen valmistuminen antaa hyvän pohjan jatkotyölle ja varmuutta siitä, että projekti etenee suunnitelmien mukaisesti.

Arviointi

Tällä viikolla työni eteni merkittävästi. Alkuvuikosta keskityin logiikkaohjelmiston täydentämiseen ja tarkastelin ohjelman ohjaus- ja turvatoimintoja. Tämä vaihe osoitti, kuinka tärkeää on pitää tiiviisti yhteyttä tilaajan kanssa ja varmistaa, että heidän näkemyksensä uudesta järjestelmästä otetaan huomioon, jotta lopullinen ratkaisu vastaa odotuksia ja tarpeita. Vaikka tilaajalta ei vielä tullut vastausta, pystyin silti jatkamaan suunnittelua niiltä osin, jotka eivät vaatineet heidän hyväksyntäänsä. Tämä vei ohjelman rakennetta eteenpäin ja loi vahvan pohjan tuleville muutoksille.

Viikon loppuun sain työn ensimmäisen vaiheen valmiiksi. Tämä oli tärkeä saavutus ja toi varmuutta työn etenemisestä. Kokonaisuutena viikko oli onnistunut ja vahvasti tunnetta, että projekti on hallinnassa ja etenee aikataulussa.

3.9 Viikko 9

Maanantai 11.8.2025

Työ painottui ATEX 22-tilaan soveltuvien kaapeleiden valmistajien kartoittamiseen. Päivän tavoitteena oli löytää markkinoilta sellaiset kaapelit, jotka täyttävät sekä ATEX-ympäristön että SFS-standardin määräykset. Tutkin eri valmistajien tuoteluetteloita ja teknisiä esitteitä. Käytin tiedon hakuun valmistajien verkkosivuja sekä tukkureiden tuotehakuja, ja näin sain kattavamman kuvan tarjonnasta.

Kirjasin ylös muutaman kaapelivalmistajan (mm. Reka, Draka, Prysmian) tuotteet, joiden kaapelituotteissa oli selkeät viittaukset ATEX-ympäristöön ja jotka täyttivät pölytilaluokituksen (Zone 22) edellytykset (Työturvallisuuslaki 2016/1139). Merkitsin samalla muistiin kaapelien tekniset ominaisuudet, kuten kaapelityypin, poikkipinta-alan, palonkestävyysluokan ja käyttölämpötilan.

Päivän lopuksi aloitin taulukon kokoamisen eri valmistajien tuotteista, jotta voin vertailla niitä keskenään ja arvioida, mikä kaapelityyppi on teknisesti ja taloudellisesti järkevin ratkaisu työhöni.

Tiistai 12.8.2025

Sain tiedon tilaajalta purunpoistoputkiston muutoksesta. Tilaajan toivoma muutos koski virtausnopeuden parantamista ja aikaisempaa reititystä. Aamupäivällä kävin läpi olemassa olevan putkilinjaston piirustuksia ja vertasin niitä tilojen nykyiseen käyttöön. Työhöni muutoksia aiheutuu ainoastaan purunpoistosulkupellin kaapelien pituudessa sekä uuden DWG-kuvan tekemisessä.

Päivän päätteeksi kokosin muistiinpanot ja päivitin tilaajalta saamani uuden DWG-kuvan. Muutokset tukevat tilaajan tavoitteita uuden järjestelmän toiminnan parantamisessa ja samalla varmistavat turvallisuusvaatimusten täyttymisen.

Keskiviikko 13.8.2025

Tänään päätin pysäyttää työni tekemisen tähän vaiheeseen ja valmistelin työni esiteltäväksi opinnäytetyönohjaajalleni 18.8.2025. Muokkasin vielä tekstiä sekä tarkistin asiasisällön oikeellisuuden. Tämä on tärkeä välivaihe, sillä työni siirtyy käytännöntyön osuuteen. Palautuksen avulla saan tärkeää palautetta sekä opinnäytetyönohjaajaltani että arviointijärjestelmän kautta, jotta voin tehdä tarvittaessa tarvittavat korjaukset ja lisäykset työhöni.

Arviointi

Kolmen päivän aikana työ eteni loogisesti tiedonhankinnasta (kaapelivalmistajien kartoitus), sen jälkeen tilaajalta tulleiden muutosten huomioimiseen (purunpoistoputkiston päivitys) ja lopuksi työn palautukseen ensimmäistä kertaa, mistä sain tärkeää tietoa ja neuvoja muutoksiin ja puutoksiin.

3.10 Viikko 10

Maanantai 18.8.2025

Tänään pidettiin palaveri opinnäytetyöni ohjaajan kanssa. Kävimme yhdessä läpi tähän asti tekemäni työn sekä päiväkirjamerkinnot. Ohjaajani antoi palautetta ja kertoi, että työni on edennyt hyvin ja oikeaan suuntaan ja että sisältö vastaa asetettuja tavoitteita. Keskusteltuamme työstä, esiin nousi muutamia asioita, jotka on hyvä tarkistaa tilaajalta, kuten hätäseispiirin vaikutusalue ja indikoivien valojen tarpeellisuus uudessa sähkökaapissa.

3.11 Viikko 11

Maanantai 1.9.2025

En varsinaisesti edistänyt opinnäytetyön sisältöä, sillä odotin palautetta ensimmäisestä palautuksesta tarkistajilta. Lisäksi sairastelu on aiheuttanut taukoa työn tekemiseen. Päivän osalta keskityin palautteen odottamiseen ja sen pohjalta tulevien muokkauksen suunnitteluun, mutta varsinaista työtä en vielä edistänyt, koska palautetta ei ollut saapunut.

Tiistai 2.9.2025

Tänään odottelin edelleen palautetta ensimmäisestä palautuksestani, jota en vielä ollut saanut. Hyödynsin päivän olemalla yhteydessä tilaajaan, jotta voin jatkaa sähköpiirustuksen tekemistä. Keskustelimme kohteessa olevista syöttökaapeleista kiinteistölle ja pääsulakkeista, jotta AutoCad-ohjelma osaa laskea oikosulkuvirrat oikein. Keskustelun yhteydessä selvisi, että sovitusta poiketen tilaaja oli hankkinut purunpoistopellit, paineilmatoimisina. Tämä muutos aiheuttaa merkittäviä muutoksia jo tekemääni työhön. Tämän takia keskeytin työn tekemisen ja sovin neuvotteluajan opinnäytetyönohjaajani kanssa.

Keskiviikko 3.9.2025

Tänään pidimme palaverin opinnäytetyönohjaajan kanssa. Keskustelimme tilaajalta tulleiden muutosten aiheuttamista muutoksista. Palaverin aikana päätimme, että muokkaan alkuperäistä suunnitelmaa ja toteutan uudet ratkaisut purunpoistopeltien osalta. Uudessa suunnitelmassa tullaan hyödyntämään pneumaattisia laitteistoja purunpoistopeltien osalta, alkuperäisessä suunnitelmassani ne ovat sähköisesti toimivia. Kävimme ohjaajan kanssa läpi myös käytännön toteutustapoja ja varmistimme, että työn suunta tukee opinnäytetyön tavoitteita.

Torstai 4.9.2025

Päivän aikana tutustuin tilaajalta saamieni purunpoistopeltien kuviin. Kävin läpi peltien ohjaustavan ja komponentit, jotta sain kokonaiskuvan järjestelmän toimintaperiaatteesta ja voisiko järjestelmää parantaa erilaisilla komponenteilla. Päätin myös, että teen logiikkaohjelman ja laitteiston simuloinnin Fluid-Sim-ohjelmistoa apuna käyttäen. Päivän työn tuloksena sain hyvän pohjan jatkosuunnittelulle sekä selkeämmän kuvan tulevasta logiikasta.

Perjantai 5.9.2025

Jatkoin tänään tilaajalta saatujen purunpoistopelteihin liittyvien kuvien tutkimista. Kuvia tarkemmin analysoidessani huomasin, että peltien keloissa sekä paineilmaventtiileissä on kohtia, joita olisi syytä muokata. Nykyisellä ratkaisulla ohjauksen toiminnallisuus on rajallinen, ja siksi arvioin, että vaihtoehdotiset komponentit parantaisivat kokonaisuutta.

Suunnitelmana on olla yhteydessä tilaajaan ja keskustella mahdollisuudesta toteuttaa peltien ohjaus eri komponenteilla, näin saataisiin sylintereihin ohjelmallisesti toteutetut rajat sekä hätäseispiiri, mikä parantaisi järjestelmän käytettävyyttä, hallittavuutta ja luotettavuutta.

Arviointi

Viikon aikana työt etenivät vaihtelevasti. Alkuviikosta etenemistä hidasti palautteen odottelu ja sairastelu, mutta loppuviikkoa kohti työ sai uutta suuntaa. Tilaajalta tulleet muutokset purunpoistopeltien osalta muuttivat koko työn suunnitelmia merkittävästi, mikä aiheuttaa lisätyötä, mutta samalla selkeytti työn jatkolinjaa.

Palaveri ohjaajan kanssa oli tärkeä, kävimme läpi työni uudet linjaukset. Loppuviikosta työ eteni käytännön suunnittelun ja kuvien analysoinnin kautta, ja samalla löytyi kehityskohteita venttiilien ja kelojen osalta. Kokonaisuudessaan viikko loi hyvän pohjan jatkosuunnittelulle, vaikka alussa eteneminen oli hidasta.

3.12 Viikko 12

Maanantai 22.9.2025

Tänään aloitin uuden purunpoistosulkupeltien toimintasuunnitelman logiikan tekemisen. Tilaaja oli hankkinut purunpoistosulkupellit, ja toimilaitteet vaihtuivat sähköisistä pneumaattisiin pelteihin, joten toimilaitteet ja ohjausjärjestelmä täytyi suunnitella kokonaan uudestaan. Aloitin työn määrittämällä tilaajalta saatujen kuvien perusteella sylinterien fyysiset mitat, kuten sylinterin varren mitat, sylinterin männän halkaisijat ja sylinteriputkien liikkeen pituudet, jotka löytyivät tyyppikilvestä. Lisäksi minun tuli ratkaista, miten sulkupeltien ohjaus ja ohjaussignaalit saadaan liitettyä osaksi uutta järjestelmää (Kippo & Tikka 2022).

Suunnittelun päätin toteuttaa Fluidsim 6 -ohjelmalla, jonka avulla pystyy mallintamaan sekä pneumaattisen piirin että sen sähköisen ohjauksen toimintaa. Ohjelman avulla voi toteuttaa selkeän ja luotettavan ohjausratkaisun ja ohjelmalliset rajat sylinterin liikkeelle, mikä säästää toimilaitetta, eikä sitä ajeta aina ääriasentoihin.

Huomasin tilaajan sulkupellissä parannettavaa toiminnallisuuteen, ja tein toimilaitesuunnitelman parannetuilla osilla. Ohjausventtiiliksi vaihdoin 5/2-jousipalautteisen tilalle 5/3-ohjausventtiilin, koska se

mahdollistaa hätäseispiirin rakentamisen venttiilin keskiasennon vuoksi, ja lisäksi venttiiliä ohjataan kahdella solenoidilla.

Valmis ratkaisu voidaan myöhemmin toteuttaa PLC-logiikkaan. Sain toimilaitekaavion valmiiksi päivän aikana, jonka lisäksi liitteeksi työni lopussa (Kippo & Tikka 2022).

Tiistai 23.9.2025

Tänään laadin toimilaitesuunnitelmalle sähköisen ohjauskaavion. Kaavion avulla määritin, miten eri toimilaitteet kytketään ja ohjataan järjestelmässä. Työssä kiinnitin erityisesti huomiota ohjaussignaalien selkeyteen ja johdotusten loogiseen esitystapaan, jotta toteutusvaiheessa kytkennät on helppo suorittaa virheettömästi. Ohjelmassa tekemäni kaavion avulla se voidaan simuloimalla testata ja varmistaa toimilaitteiden oikea toiminta (Kippo & Tikka 2022).

Päivän loppuun testasin suunnitelmaani simuloimalla, ja kuten jo edellisellä päivänä huomasin, että tilaajan sulkupellissä ollut venttiili ja ohjausratkaisu ei todennäköisesti toimi valmiissa ratkaisussa, ja näin olikin. Hätäseispiiri ei kyseisellä venttiilillä pysty lopettamaan liikettä, vaan jousi palauttaa sulkupellin joko kiinni, tai kompressori työntää sulkupellin aukeamaan, mikä kuluttaa kompressoria ja itse kaksitoimista sylinteriä.

Halusin kuitenkin kokeilla olemassa olevaa venttiiliä ennen vaihtoa, koska aina uudet komponentit tuovat lisäkuluja. Keskusteltuani tilaajan kanssa aiemmin, heilläkin oli arvioitu, että sulkupellin venttiileihin voidaan joutua tekemään muutoksia. Päivän loppuun uusilla komponenteilla toimilaitteet toimivat kuten olin suunnitellut, ja tilaajan toive täyttyi sulkupeltien toiminnasta.

Keskiviikko 24.9.2025

Tänään aloitin järjestelmän logiikan suunnittelun eilen tekemäni sähköisen ohjauksen pohjalta. Tarkoituksena oli määrittää, miten eri ohjauskomponentit ja toimilaitteet toimivat yhdessä logiikan kautta. Suunnittelussa keskityin erityisesti toimintajärjestyksiin, signaalien ohjaukseen sekä siihen, millä portteilla logiikan sisällä saadaan haluttu toiminta toteutumaan. Tämä vaihe toimii pohjana myöhemmälle ohjelmoinnille ja simuloinnille (SFS 6000-1:2022).

Torstai 25.9.2025

Tänään jatkoin eilen aloittamaani logiikan suunnittelua. Päivän aikana viimeistelin porttien sähköiset kytkennät logiikan sisällä ja varmistin, että kaikki ohjaussignaalit ja toiminnot olivat oikein määritetty. Suunnittelun jälkeen testasin ohjelman toiminnot simuloinnin avulla. Simulointi osoitti, että logiikka toimii suunnitellulla tavalla ja toimilaitteet liikkuvat halutulla tavalla. Päivän lopuksi ohjelma valmistui, ja on nyt valmis siirrettäväksi käytännön toteutukseen (Kippo & Tikka 2022).

Perjantai 26.9.2025

Arviointi

Tällä viikolla sain valmiiksi purunpoistosulkupeltien uuden toimintasuunnitelman, sähköisen ohjauksen ja logiikkaohjelman suunnittelun sekä testauksen. Viikon aikana työ eteni vaiheittain ideatasolta toimivaan ratkaisuun saakka.

Aloituspäivänä perehdyin tarkasti toimilaitteiden rakenteisiin ja määritin niiden tekniset ominaisuudet tilaajalta saatujen dokumenttien perusteella. Samalla tein parannuksia toimilaittejärjestelmään. Seuraavina päivinä laadin sähköisen ohjauskaavion ja varmistin, että kaikki ohjaus- ja paluulinjat olivat loogisesti ja turvallisesti toteutettavissa.

Simuloinnin avulla sain vahvistuksen, että alkuperäinen tilaajan venttiiliratkaisu ei toiminut luotettavasti, ja tein tarvittavat muutokset järjestelmään. Tämä vaihe osoittautui tärkeäksi, sillä sen ansiosta järjestelmän toiminta parani ja kompressorin ja sylinterien kuormitus väheni merkittävästi.

Viikon lopulla viimeistelin logiikan sisäiset rakenteet ja kytkennät, ja testasin ohjelman kokonaisuutena. Simuloinnin perusteella järjestelmä toimi juuri suunnitellulla tavalla, ja logiikka sekä toimilaittekartta saatiin valmiiksi. Kokonaisuutena viikko oli erittäin onnistunut. Suunnittelutyö eteni loogisessa järjestyksessä, ja ongelmat sain ratkaistua simuloinnin avulla, josta tuloksena syntyi valmis, käytännön toteutukseen soveltuva ratkaisu uusien purunpoistosulkupeltien ohjaukseen.

3.13 Viikko 13

Maanantai 29.9.2025

Tänään aloitin työpäivän muokkaamalla jo aiemmin aloittamaani CAD-layout-kuva. Työ keskittyi purunpoistojärjestelmän muutoksiin, sillä sulkupeltien sijainnit, määrät ja toimintaperiaate olivat muuttuneet aiemmasta suunnitelmasta. Päivän aikana päivitin layout-kuvaan uudet paikat ja poistin vanhan suunnitelman mukaiset komponentit, jotta kuva vastaa uutta nykyistä suunnitelmaa.

Sain tilaajalta päivitetyn DRW-kuvan, josta tarkistin päivittyneet kanavareitit ja varmistin, että muutokset eivät aiheuta ristiriitoja muiden jo suunniteltujen laitteiden tai asennusreitien kanssa. Päätin, että teen kokonaan uuden kuvan päivitettyyn pohjaan, jotta vältetään virheitä, joita olisi voinut jäädä vanhan kuvan pohjaan. Kiinnitin erityisesti huomiota säätölaitteiden etäisyyksiin, jotta asennettavuus pysyy standardin mukaisena ja käytännöllisenä tilaajan hankkimien peltien osalta. Päivän aikana piirsin uuden sähkökeskuksen syöttökaapeleineen.

Tiistai 30.9.2025

Tänään jatkoin CAD-kuvan piirtämistä lisäämällä purunpoistojärjestelmän komponentit kuvaan. Ohjelman uusi päivitys oli tehnyt symbolikirjastoon muutoksia, enkä ensin löytänyt kirjastosta oikeanlaista symbolia. Päätin, että kysyn myöhemmin neuvoa opinnäytetyönvalvojalta, olisiko hänellä tietoa symbolikirjaston muutoksista ohjelmassa. Jatkoin työtä tekemällä uuteen ryhmäkeskukseen sähkölähdöt, joihin lisäsin tarvittavat standardin mukaiset suojakomponentit purunpoistosulkupelleille. Lisäksi piirsin lähdöille johdotukset.

Päivän loppuun tarkistin piirustuksen johdotusten sähköiset arvot ja sen, että ne ovat ohjelmassa vihreänä, mikä ilmoittaa lähdön olevan kunnossa. Ohjelma laskee myös lähtöihin oikosulkuvirrat ja muut sähkötekniset arvot sekä johtimien mitat, joita voin hyödyntää komponenttiluettelossa ja budjettilaskelmassa. Tarkistin myös, että piirsin kaikki tarvittavat venttiilit layout-kuvaan. Työ eteni hyvin.

Keskiviikko 1.10.2025

Tänään pidin palaverin opinnäytetyön ohjaajani kanssa, jossa kävimme läpi tekemäni toimilaite ja lo-
giikkasuunnitelman. Ohjaajallani ei ollut Fluidsim 6 -ohjelmaa, joten pidimme Teamsin kautta palave-
rin, jossa näytin simuloimalla ja selittämällä suunnitelmani yksityiskohtaisesti vaiheittain läpi. Ohjaaja
hyväksyi suunnitelmani, joten pystyin etenemään työssäni eteenpäin.

Päivää jatkoin tilaajalta saamieni piirikaavioiden analysoinnilla. Tarkoitukseni oli perehtyä ohjaus-
ja tehokaavioihin, jotta pystyn sijoittamaan puruimurit ja niihin liittyvät kaapeloinnit aloittamaan
layout-kuvaan. Työ vaati huolellista läpikäyntiä, sillä piirustuksista piti tunnistaa käytettävät ohjaus-
laitteet ja niiden sähköiset yhteydet. Päivän lopuksi tein imureille lähdöt ja tarvittavat moottorisuojat
sekä piirsin kaapeloinnit.

Torstai 2.10.2025

Tänään jatkoin järjestelmän piirikaavioiden läpikäyntiä keskittyen regenerointipuhaltimien ja syöttö-
ruuvien moottoreihin. Kävin huolellisesti läpi kytkentöjä ja toimintaperiaatteita, jotta sain varmistettua
laitteiden oikean sijainnin ja sähköiset liitännät. Päivän aikana piirsin regenerointipuhaltimien mootto-
rit ja syöttöruuvien moottorin uuteen layout-kuvaan, sekä toteutin niille sähköiset lähdöt ryhmäkeskuk-
seen. Lisäksi piirsin kuvaan tarvittavat kaapeloinnit ja suojalaitteet sekä varmistin, että ne noudattavat
järjestelmän loogista rakennetta ja suunniteltuja kaapelireittejä.

Työ eteni suunnitellusti, ja sain uuden layout-kuvan valmiiksi. Seuraavalla viikolla tarkoitus esitellä
kuva opinnäytetyön ohjaajalle ja kysyä, hyväksyykö hän uuden kuvan.

Perjantai 3.10.2025

Arviointi

Tämän viikon aikana työ eteni hyvin ja suunnitellusti. Sain päivitettyä uuden purunpoistojärjestelmän layout-kuvan vastaamaan uusia muutoksia ja lisättyä siihen kaikki tarvittavat komponentit, kuten sulakupellit, puruimurit, regenerointipuhaltimet ja syöttöruuvin moottorin sähköisine lähtöineen ja kaapelointineen. Viikon aikana opin käyttämään uutta päivitettyä CAD-ohjelmistoa hyvin, vaikka alkuun se oli paikoin haastavaa.

Ohjaajan kanssa pidetty palaveri oli hyödyllinen, ja sain hyväksynnän toimilaite- ja logiikkasuunnitelmalle, mikä mahdollisti työn etenemisen seuraavaan vaiheeseen. Viikko oli kokonaisuudessaan onnistunut ja tuottava. Layout-kuva valmistui ja projektin sähköinen kokonaisuus eteni selkeästi kohti lopullista toteutusvaihetta.

3.14 Viikko 14

Maanantai 6.10.2025

Tänään pidimme palaverin opinnäytetyönohjaajan kanssa, jossa käsitelimme layout-kuvan sekä Wihi-järjestelmään liittynyttä ongelmaa. Ensimmäisen vaiheen palautteeni ei ollut saapunut, minkä vuoksi olin estynyt jättämään toisen vaiheen palautusta opinnäytetyöstäni. Kävimme tilanteen läpi ohjaajani kanssa ja ongelma saatiin ratkaistua ja työskentely pääsee jatkumaan normaalisti.

Palaverissa sain palautetta ohjaajaltani solenoidien kaapeloinneista, joissa oli väärä kaapelityyppi. Kyseessä oli inhimillinen virhe, jonka korjasin saamani palautteen perusteella. Päivän lopuksi korjasin oikean kaapelityypin kuvaan ja nyt kuva on oikein. Päivä sujui hyvin, ja nyt suunnitelmat ovat ajan ta-

salla toimilaitte- ja logiikka suunnitelmien sekä layout-kuvan osalta, joten työ voi jatkua seuraavien kuvien ja dokumenttien tekemistä ilman viivästyksiä. Opin että vaikka kuinka tarkasti tarkistaa voi silti syntyä inhimillisiä erehdyksiä.

Tiistai 7.10.2025

Tänään jatkoin työtä eilisessä palaverissa läpi käytyjen asioiden pohjalta. Kävimme eilen läpi työni jatkoa ja todettiin, että projekti vaatii piirikaaviokuvien päivittämistä vastaamaan viimeisimpiä muutoksia. Aloitin päivän läpi käymällä alustavasti tilaajalta saamiani piirikaaviokuvia. Kirjasin itselleni ylös kohdat, jotka tulee muokata uusien ohjaus- ja laiteratkaisujen mukaisiksi.

Aloitan piirikaaviokuvien päivittämisen ja piirtämisen ensi viikolla, koska mielestäni työni on nyt siinä vaiheessa, että voin tehdä työstäni toisen palautuksen. Loppuviikon työstäni käytän tekstin tarkistamiseen ja palauttamalla työni ohjaajalleni, jotta saan luvan tehdä toisen palautuksen.

Keskiviikko 8.10.2025

Tänään keskityin tarkistamaan ja muokkaamaan kirjoittamiani opinnäytetyön tekstejä. Luin läpi kirjoittamiani päiväkohtaisia tekstejä ja muokkasin niistä osaa tarvittaessa. Tarkistin työvaiheiden kuvaukset, jotta teksti etenee loogisesti ja kieliasu on yhtenäinen. Työ eteni rauhallisesti ja suunnitelmallisesti, ja korjasin pieniä kirjoitusvirheitä ja selkeytin teksteissä muutamia kohtia, jotta teksti vastaisi paremmin työn tavoitteita ja olisi helpommin luettavissa.

Torstai 9.10.2025

Tänään lähetin tähän asti kirjatun opinnäytetyöni version ohjaajalleni tarkastettavaksi. Halusin varmistaa, että työn sisältö ja eteneminen vastaavat opinnäytetyön tavoitteita ja olen aikataulussa. Viestissä

pyysin ohjaajalta mielipidettä siitä, onko hän samaa mieltä kanssani siitä, että työni on nyt siinä vaiheessa, että voin tehdä toisen palautuksen. Työ eteni suunnitellusti ja odotan ohjaajan palautetta jatko-toimia varten.

Arviointi

Perjantai 10.10.2025

Viikon aikana tein opinnäytetyöhön liittyviä tarkistuksia ja korjauksia. Työ eteni toiseen palautukseen. Alkuviikosta pidin palaverin opinnäytetyönohjaajan kanssa, jossa käsitelimme layout-kuvaa ja ratkaisimme Wihi-järjestelmän ongelman. Korjasin myös layout-kuvaan liittyneen virheen solenoidien kaapelityypistä saamani palautteen perusteella.

Viikon aikana tein myös opinnäytetyön tekstiosuuksien tarkistamiseen ja muokkaamiseen. Kävin läpi kirjoittamiani osuuksia, korjasin kieliäsuä sekä selkeytin tekstin rakennetta, jotta työ etenee loogisesti ja on helposti luettavissa. Lisäksi aloin käymään läpi tilaajalta saamiani piirikaaviokuvia ja kirjasin ylös tarvittavia muutoksia kuviin.

Viikon lopuksi lähetin työn tähänastisen version ohjaajalleni tarkastettavaksi ja pyysin palautetta työn etenemisestä ja valmiudesta opinnäytetyön toiseen palautukseen. Viikko sujui suunnitelmallisesti ja ilman viivästyksiä, ja työn eteneminen pysyi aikataulussa.

3.15 Viikko 15

Maanantai 13.10.2025

Sain palautteen toisesta opinnäytetyöni palautuksesta, ja se hyväksyttiin. Palaute oli pääosin positiivista, mikä toi lisää varmuutta työn etenemiseen. Työtä jatkoin layout-kuvan pohjalta ja aloin tehdä uusia moottorinohjauksiin liittyviä päävirtakaavioita. Päivityksen tarkoituksena oli tarkentaa ohjausten ja suojalaitteiden kytkentöjä, jotta kaavio vastaa todellista suunnitelmaa ja komponenttivalintoja. Työ eteni hyvin.

Tiistai 14.10.2025

Jatkoin moottorien päävirtapiirien piirtämistä. Työ eteni tasaisesti, ja sain kaikki päävirtakaaviot valmiiksi (Lehtonen & Hirvonen 2019). Kävin jokaisen moottorin piirin läpi huolellisesti varmistaen, että suojalaitteet, kontaktorit ja liitännät vastaavat suunniteltuja ohjauseriaatteita. Samalla tarkistin, että piireissä käytetyt johdotus- ja komponenttimerkinnät ovat yhdenmukaisia koko projektin laajuudessa.

Kun päävirtapiirien kuvat olivat valmiit, siirryin työn seuraavaan vaiheeseen eli keskuskaavioiden piirtämiseen. Aloitin laatimalla rungon, johon merkitsin projektin syötöt järjestyksessä aloittaen pääkeskukselta lähtevistä syötöistä uudelle ryhmäkeskukselle. Tämän jälkeen aloin tekemään ryhmäkeskuksen keskuskaaviokuvaa. Keskuskaavioiden piirtäminen vaatii tarkkuutta, jotta kaikki lähdöt, sulakkeet ja ohjausliitännät esitetään oikein. Päivän aikana sain luotua hyvän pohjan keskusten rakenteille, ja seuraavaksi keskityin yksityiskohtien täydentämiseen ja merkintöjen viimeistelyyn.

Keskiviikko 15.10.2025

Sain keskuskaaviokuvat valmiiksi. Kävin vielä kerran läpi kuvat ja varmistin, että suojalaitteet, syötöt ja liitännät oli oikein ja loogisesti esitetty. Keskuskaaviokuvien valmistuminen oli tärkeä vaihe, sillä ne muodostavat perustan koko järjestelmän sähköiselle rakenteelle.

Torstai 16.10.2025

Jatkoin työskentelyä uusien purunpoistopeltien ohjaus- ja piirikaavioiden piirtämisellä. Piirtämisvaiheessa painotin kaavioiden rakenteen selkeyttä ja yhdenmukaisuutta muiden järjestelmäkaavioiden kanssa. Lisäsin kuvaan tarvittavat komponentit, kuten kontaktorien ja ohjausreleiden apukoskettimet. Päivän päätteeksi kaaviot alkoivat olla hyvässä vaiheessa ja kokonaisuus hahmottui selkeäksi. Seuraavaksi tarkistan vielä kuvat ja teen tarvittavat viimeistelyt. Työtä hieman vaikeutti ohjelmiston päivityksen myötä muuttuneet symbolikirjastot ja komponenttien löytyminen niistä.

Perjantai 17.10.2025**Arviointi**

Kuluneen viikon aikana työ eteni hyvin ja suunnitelmien mukaisesti. Alkuviikosta sain palautteen toisesta opinnäytetyöni versiosta, joka hyväksyttiin. Palaute vahvisti jatkaa työtä ja toi varmuutta projektin etenemiseen. Viikon aikana keskityin valmiiden suunnitelmien perusteella tehtyihin päävirtakaavioiden ja keskuskaavioiden laatimiseen sekä uusien purunpoistopeltien ohjaus- ja piirikaavioiden piirtämiseen.

Moottorien päävirtapiirien ja keskuskaavioiden kuvat valmistuivat onnistuneesti, ja niiden avulla sähköjärjestelmän rakenteen sekä toiminnallisuudet selkeästi. Kokonaisuudessaan viikko oli tuottelias ja tavoitteet saavutettiin. Työn eteneminen pysyi aikataulussa, ja suunnitelmat täsmentyivät selvästi. Seuraavalla viikolla keskityn piirustusten viimeistelyyn ja tarkistamiseen, jotta ne ovat valmiita osaksi lopullista dokumentaatiota.

3.16 Viikko 16

Maanantai 20.10.2025

Aloin tekemään uuden ryhmäkeskuksen keskus-layout kuvaa, jossa kolmen vanhan ryhmäkeskuksen komponentit yhdistettiin uuteen yhden kaapin ratkaisuun. Työ vaati huolellista suunnittelua, jotta kaikki laitteet, komponentit ja varusteet saatiin yhteen kaappiin. Kävin läpi ottamiani kuvia vanhoista keskuksista, ja sijoitin komponentit uuden keskuksen layout-kuvaan, jotta kokonaisuus pysyi selkeänä ja loogisena (SFS 6002:2025, SFS 6000-1:2022).

Työ eteni hyvin, ja sain layout-kuvan valmiiksi päivän aikana. Lopputulos on toimiva ja selkeä, ja se antaa hyvän pohjan keskuksen rakenteelliselle toteutukselle.

Tiistai 21.10.2025

Laadin uuden komponenttiluettelon ja budjetin projektiin. Työ alkoi käymällä läpi tekemiäni kuvia ja dokumentoimalla kaikki komponentit, kaapelit ja laitteistot. Luettelo sisältää kaikki komponentit, kaapelit, sähkökeskuksen varusteet, sekä niiden hinnat. Työ vaati huolellisuutta, ettei mitään jää puuttumaan ja että tiedot ovat yhteneväisiä dokumentaation muiden osien kanssa.

Päivän aikana sain komponenttiluettelon valmiiksi, ja lopputulos oli selkeä ja helposti päivitettävissä jatkossa.

Keskiviikko 22.10.2025

Sain opinnäytetyöni valmiiksi. Kävin läpi vielä koko työn varmistaakseni, että kaikki osiot olivat kunnossa ja yhtenäisiä keskenään. Tarkistin piirustukset, johdotukset, komponentit (SFS 6002:2025), tekstit ja liitteet sekä korjasin pienet yksityiskohdat, jotka huomasin viimeistelyvaiheessa. Työ on nyt valmis kolmanteen ja lopulliseen tarkistukseen.

Lisäsin työhöni yhteenvedon, jossa kokosin projektin vaiheet ja keskeiset tulokset selkeästi esille. Kirjoitin lähdeluettelon, johon merkitsin työssä käyttämäni lähteet Centrian ohjeiden mukaisessa muodossa. Kun kaikki oli tarkistettu ja viimeistelty, tallensin työn lopulliseen muotoonsa.

Arviointi

Opinnäytetyön valmistuminen tuntui palkitsevalta, sillä projekti on ollut laaja ja vaatinut paljon työtä sekä paneutumista. Olen tyytyväinen lopputulokseen ja siihen, miten työ eteni vaihe vaiheelta valmiiksi. Nyt voin siirtyä seuraavaan vaiheeseen, joka on kypsyysnäytteen antaminen.

4 POHDINTA

Opinnäytetyön tekeminen Haapaveden Puukaluste Oy:lle oli laaja ja opettavainen prosessi, joka on kehittänyt osaamistani merkittävästi sähkö- ja automaatio suunnittelun eri osa-alueilla. Työn aikana pääsin soveltamaan koulutuksessa oppimiani asioita käytännön projektiin ja näkemään, miten suunnitteluratkaisut vaikuttavat todellisessa teollisessa ympäristössä. Projekti tarjosi hyvän kokonaiskuvan siitä, miten sähkö- ja automaatiojärjestelmän modernisointi suunnitellaan ja dokumentoidaan vaiheittain.

Työn alussa suurin haaste oli laajan kokonaisuuden hallinta ja eri osa-alueiden yhteensovittaminen. Kolmen vanhan sähkökeskuksen yhdistäminen ja purunpoistopeltien automatisoinnin suunnittelemiseen vaati tarkkaa ja huolellista suunnittelua. Työn edetessä suunnitteluprosessi selkeytyi ja opin hyödyntämään tehokkaammin olemassa olevia ohjelmistoja, kuten AutoCADia ja logiikkaohjelmoinnin työkaluja, jotka olivat olennaisessa osassa piirustusten ja kaavioiden laatimisessa.

Työn tekeminen päiväkirjamuotoisena osoittautui hyödylliseksi, sillä se auttoi pitämään työn etenemisen hallittuna ja jäsentämään tekemistä päivittäin. Samalla pystyin helposti seuraamaan omaa kehittymistäni ja työn eri vaiheita ja niiden sisäistämistä. Päivittäinen dokumentointi toi myös tarkkuutta työn tekemiseen ja helpotti loppuvaiheessa yhteenvetojen ja arvioiden laatimista.

Kokonaisuudessaan olen tyytyväinen työn lopputulokseen ja siihen, että sain aikaan toimivan ja selkeän sähkö- ja automaatio suunnitelman. Työn tuloksena syntyneet piirustukset ja dokumentit tarjoavat tilaajalle konkreettisen pohjan tulevaa modernisointiprojektia varten.

Opinnäytetyö vahvisti ymmärrystäni sähkö- ja automaatiojärjestelmien suunnittelun kokonaisuudesta, dokumentaatiosta sekä projektin etenemisestä käytännön näkökulmasta. Työn myötä opin myös hallitsemaan aikatauluja ja tekemään päätöksiä itsenäisesti teknisten ratkaisujen osalta paremmin, vaikka työn puolivälissä työssä tulikin iso muutos, mikä on normaalia myös työelämässä. Kokonaisuutena koen, että opinnäytetyö vastasi hyvin asetettuihin tavoitteisiin ja tuki omaa ammatillista kehittymistä sähkö- ja automaatiotekniikan alalla.

LÄHTEET

Kippo, A. K. & Tikka, A. 2022. *Automaatiotekniikan perusteet*. 1. painos. Helsinki: Suomen Tekno-Kustannus.

Lehmusvuori, J. & El Mahboul, A. 2020. *Sähkö- ja automaatiotekniikan perusteet*. 1. painos. Helsinki: Sanoma Pro.

SFS 6000-1:2022. *Pienjännitesähköasennukset. Osa 1: Yleiset periaatteet, määritelmät ja perusominaisuudet*. 2022. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 60529: AC:2019. *Sähkölaitteiden koteloitiluokat (IP-luokat)*. 2019. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

SFS 6002:2025. *Sähkötyöturvallisuus – Sähkölaitteistojen käyttöön ja työskentely sähkölaitteistoissa tai niiden läheisyydessä*. 2025. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

Sähköinfo Severi.2025. *Räjähdyksvaarallisten tilojen tunnistaminen ja sähkölaitteistojen tarkastukset puutyötiloissa*. Helsinki: Sähkötieto ry. (ST-kortisto, ST 51.82). Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/Browse/Subject>. Viitattu 24.10.2025.

Työturvallisuuslaki. 2016/1139. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2016/1139>. Viitattu 24.10.2025.

Haapaveden Puukaluste Oy. Purunpoistojärjestelmän layout-kuva.

Haapaveden Puukaluste Oy. Keskuskaavio pääkeskus.

Haapaveden Puukaluste Oy. Keskuskaavio ryhmäkeskus 1/2.

Haapaveden Puukaluste Oy. Keskuskaavio ryhmäkeskus 2/2.

Haapaveden Puukaluste Oy. Päävirtakaavio ryhmäkeskus1/5.

Haapaveden Puukaluste Oy. Päävirtakaavio ryhmäkeskus 2/5.

Haapaveden Puukaluste Oy. Päävirtakaavio ryhmäkeskus 3/5.

Haapaveden Puukaluste Oy. Päävirtakaavio ryhmäkeskus 4/5.

Haapaveden Puukaluste Oy. Päävirtakaavio ryhmäkeskus 5/5.

Haapaveden Puukaluste Oy. Keskus-layout.

Haapaveden Puukaluste Oy. Laitte ja komponenttiluettelo.

Haapaveden Puukaluste Oy. Purunpoistopeltien toimilaittekartta ja logiikkapiirikaavio.