

Aloittelevan mekaniikkasuunnittelijan ammatillinen kehitys

Päiväkirjamuotoinen opinnäytetyö

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

2023

Saku Laaksonen

Tiivistelmä

Tekijä(t) Saku Laaksonen	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 23+19	Valmistumisaika 2023
Työn nimi Aloittelevan mekaniikkasuunnittelijan ammatillinen kehitys Päiväkirjamuotoinen opinnäytetyö		
Tutkinto ja koulutusala Insinööri (AMK), konetekniikan koulutus		
Toimeksiantajaorganisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja) Dosetec Exact Oy		
Tiivistelmä <p>Tämän päiväkirjamuotoisen opinnäytetyön aiheena oli ammatillinen kehittyminen mekaniikkasuunnittelijan työtehtävissä yrityksessä nimeltä Dosetec Exact Oy. Opinnäytetyön teoriaosuuden tavoitteena oli perehtyä neljään eri osa-alueeseen. Osa-alueiksi valikoituivat tietokoneavusteinen suunnittelu eli CAD, SolidWorks- ja DraftSight-ohjelmistot, tiedonhallinta sekä toiminnanohjaus.</p> <p>Opinnäytetyön raportoinnin menetelmänä oli kymmenen viikon pituinen seuranta päiväkirja liittyen mekaniikkasuunnittelijan työtehtäviin ja niissä koettuihin ongelmiin. Päiväkirjasta tehdyissä viikkoyhteenvedoissa pyrittiin yhdistämään teoriaosuuden osa-alueita ja nostamaan esiin kehityskohtia ja siten kehittämään mekaniikkasuunnittelijana.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena voidaan pitää kirjoittajan ammatillista kehittymistä mekaniikkasuunnittelijan toimenkuvassa.</p>		
Asiasanat CAD-ohjelmistot, mekaniikkasuunnittelu, tiedonhallinta, SolidWorks		

Abstract

Author(s) Saku Laaksonen	Type of Publication Thesis, UAS Number of Pages 23+19	Published 2023
Title of Publication Professional development of a junior mechanical engineer Diary-based thesis		
Degree, Field of Study Engineer (UAS), Mechanical Engineering		
Organization of the client (if the thesis work is commissioned by another party) Dosetec Exact Oy		
Abstract <p>The subject of this diary-formatted thesis was professional development in the role of a mechanical designer at Dosetec Exact Oy. The goal of the theoretical part of the thesis was to delve into four different areas. The selected areas were computer-aided design (CAD), SolidWorks and DraftSight software, product data management, and enterprise resource planning.</p> <p>The reporting method for the thesis involved a ten-week-long diary focusing on the tasks of a mechanical designer and the challenges encountered. The weekly summaries from the diary aimed to integrate the theoretical aspects and highlight areas for improvement, thus evolving into a more skilled mechanical designer.</p> <p>A result of the thesis can be considered, the author's professional development as a mechanical designer.</p>		
Keywords CAD software, mechanical design, data management, SolidWorks		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Nykytilanteen kuvaus.....	2
2.1	Dosetec Exact Oy.....	2
2.2	Oman työn analyysi.....	2
2.2.1	Työtehtävien kuvaus.....	2
2.2.2	Oma osaaminen ja kehittymistarve.....	3
3	Työkalut suunnitteluun.....	5
3.1	CAD.....	5
3.1.1	2D CAD-ohjelmistot.....	6
3.1.2	3D CAD-ohjelmistot.....	7
3.1.3	SolidWorks ja DraftSight.....	8
4	Tiedonhallinta ja toiminnanohjaus.....	11
4.1	PDM-järjestelmät.....	11
4.2	ERP-järjestelmä.....	13
5	Viikkoyhteenvedot.....	15
5.1	Viikko 1.....	15
5.2	Viikko 2.....	15
5.3	Viikko 3.....	16
5.4	Viikko 4.....	17
5.5	Viikko 5.....	17
5.6	Viikko 6.....	18
5.7	Viikko 7.....	18
5.8	Viikko 8.....	19
5.9	Viikko 9.....	19
5.10	Viikko 10.....	20
6	Yhteenveto ja pohdinta.....	21
	Lähteet.....	22

Liite 1. Päiväkirjaraportointi

1 Johdanto

Tässä päiväkirjamuotoisessa opinnäytetyössä seurataan aloittelevan mekaniikkasuunnittelijan päivittäistä työarkea ja siihen liittyviä haasteita yrityksessä nimeltä Dosetec Exact Oy. Opinnäytetyö sisältää teoriaosuuden, johon on valittu erilaisia aiheita liittyen mekaniikkasuunnittelijan työhön ja siinä käytettyihin työkaluihin. Teoriaosuuden lisäksi opinnäytetyö sisältää viikkoyhteenvedot päiväkirjasta ja liitteenä olevan päiväkirjaraportin, jota on kirjoitettu kymmenen viikkoa vuoden 2023 kesällä.

Opinnäytetyön 3. luvun teoriaosuuteen on valittu neljä erilaista aihealuetta. Ensimmäisessä aihealueessa käsitellään tietokoneavusteiseen suunnitteluun liittyviä aiheita sekä 2D- ja 3D CAD-ohjelmistoja. Toisessa aihealueessa käydään läpi SolidWorks- ja DraftSight-ohjelmistoja ja niiden ominaisuuksia. Kaksi viimeistä aihealuetta käsittelee tiedonhallintaa ja toiminnanohjausta. Tiedonhallinta-aiheen yhteydessä keskitytään PDM-järjestelmiin, erityisesti SolidWorks PDM-järjestelmään, kun taas toiminnanohjausosiossa käsitellään lyhyesti ERP-järjestelmiä. Aihevalintojen päämääränä oli edistää ammatillista kehitystä ja tuoda ilmi syventävää tietoa järjestelmistä ja ohjelmistoista, joita mekaniikkasuunnittelijat käyttävät.

Opinnäytetyön 5. luvussa on viikkoyhteenvedot jokaiselta kymmeneltä seurantaviikolta. Yhteenvedoissa avataan tehtyjä työtehtäviä ja ammatillista kehittymistä mekaniikkasuunnittelijana. Työtehtävät painottuvat suunnitteluun ja mallintamiseen sekä järjestelmien ja ohjelmistojen käyttöön. Täten ennalta mainitut teoriaosuuden aihealueet on valittu päiväkirjassa käsiteltyjen teemojen pohjalta.

2 Nykytilanteen kuvaus

2.1 Dosetec Exact Oy

Toimintansa vuonna 1954 aloittanut yritys, Tmi Koskinen & Pojat, valmisti vaakoja, ja he patentoivat siirtopainovaa'an, joka korvasi irtopunnuksilla toimivat vaa'at tarkemmilla siirtopainoilla. Siirtopainovaa'alla saatiin tarkemmat punnitustulokset. Tämä keksintö sai nopeasti suosiota ja oli myöhemmin käytössä lähes jokaisessa suomalaisessa maatalossa. 1970-luvulla yrityksessä tiedostettiin, että tulevaisuudessa elektroniset vaa'at tulevat syrjäyttämään mekaaniset vaa'at kokonaan. Sähköinen punnitus osoittautui yrityksen tulevaisuuden suunnaksi. Yrityksen toiminta laajeni annostusjärjestelmiin ja ensimmäinen annostusjärjestelmä suunniteltiin ja valmistettiin betoniasemalle. Projektiin kuuluvat säiliövaa'at valmistettiin itse, kellokoneistoista alkaen. Yritys valmisti myös ensimmäisten joukossa Suomessa vaakaelektroniikkoja ja punnituskennoja. Toiminta keskittyi entistä enemmän teollisuudessa käytettäviin punnuksiin ja annostelujärjestelmien kehittämiseen. 1980-luvun puolivälissä yritys toimitti ensimmäisen leipomon annostelujärjestelmän Fazerille Kuopion leipomoon. 1990-luvulla yritys laajensi toimintaansa elintarviketeollisuuteen ja automaatiojärjestelmien suunnitteluun. Tämä on nostanut Dosetecin nykyiseen asemaansa annostusautomaation suunnittelussa ja valmistuksessa. (Dosetec Exact Oy a.)

Nykypäivänä Dosetec Exact Oy markkinoi, suunnittelee ja valmistaa annostusjärjestelmiä sekä annostus- ja punnituslaitteita eri teollisuudenaloille. Yrityksen asiakaskunta toimii suurimmaksi osaksi elintarvike-, rakennusaine-, kemian-, muovi- ja terästeollisuudessa, mutta laitteistot ja järjestelmät pystytään mukauttamaan myös muiden teollisuusalojen vaatimusten mukaisiksi. Dosetec räätälöi annostusjärjestelmät asiakkaan tarpeiden ja käyttöolosuhteiden mukaan. Dosetec tarjoaa myös asiakkailleen käyttökoulutuksia sekä huolto- ja kalibrointipalveluja. (Dosetec Exact Oy b.)

2.2 Oman työn analyysi

2.2.1 Työtehtävien kuvaus

Työskentelen mekaniikkasuunnittelijaharjoittelijana Dosetec Exact Oy nimisessä yrityksessä. Opinnäytetyön ja koulusta valmistumisen jälkeen katsotaan, jos työsuhteeni vakiinaistettaisiin. Mekaniikkasuunnittelijaurani on vasta alussa, joten itseopiskelu ja perehdytys erilaisiin laitteisiin ja ohjelmistoihin vie paljon aikaa työpäivistä. Dosetecilla mekaniikkasuunnittelijan työtehtävät ulottuvat tarjousmallien- ja piirustusten teosta aina laitteistojen huolto-ohjeiden laatimiseen sekä dokumentointiin ja monenlaisiin tehtäviin tältä väliltä. Riippuen

aina projektin laajuudesta, suunnittelija voi hoitaa koko projektin suunnittelun ja siihen liittyvät oheistehtävät kokonaan yksin. Jos kyseessä on isompi projekti, se voidaan jakaa suunnittelijoiden kesken. Tällöin kukin suunnittelija hoitaa oman osuutensa alusta loppuun asti. Usein laitteet ja laitteistot räätälöidään asiakkaan tarpeiden mukaisiksi, joten projektien laitteet ja niissä käytetyt ratkaisut vaihtelevat paljon projektista toiseen. Tämän takia mekaniikkasuunnittelijat pääsevät haastamaan itseään ja oppimaan uutta.

Koska olen vasta aloitteleva mekaniikkasuunnittelija, työtehtäväni koostuvat pääasiassa tarjousmallien- ja piirustusten teosta ja pääsuunnittelijan antamista pienemmistä suunnittelu- ja mallinnustehtävistä liittyen erinäisiin projekteihin.

Dosetecilla mekaniikkaosastolla käytetään suunnittelutyökaluina SolidWorks- ja Draftsight-ohjelmistoja. Tiedonhallintaan liittyvinä työkaluina PDM-järjestelmänä toimii SolidWorks-ohjelman oma PDM-järjestelmä ja ERP-järjestelmänä toimii Roima Lean System. SolidWorks-ohjelmaan on myös lisätty CadWorks Oy:n CustomWorks-lisäosa. CustomWorks auttaa suunnittelijoita tiedonhallinnan kanssa luomalla yhteyden SolidWorks-ohjelman custom property osioon. Työkalu toimii erillisenä ikkunana SolidWorks-ohjelmassa, johon täytetään mallille erilaisia tietoja, kuten nimitys, nimen tarkennus, materiaali, koko ja muita tietoja riippuen mikä malli on. Kun suunnittelija lisää mallikohtaisia tietoja CustomWorks-työkalulla, tiedot sijoittuvat automaattisesti custom properties osioon, josta PDM- ja ERP-järjestelmät pääsevät lukemaan ne. Samalla CustomWorks-työkalun avulla tiedonsyöttö on yhtenäistä kaikkien yrityksessä työskentelevien suunnittelijoiden kanssa.

2.2.2 Oma osaaminen ja kehittymistarve

Olin ensimmäisen kerran kesätoissa Dosetecilla vuonna 2022 ja nämä olivat ensiaskeleeni mekaniikkasuunnitteluun. Tällöin pääsin osaksi suhteellisen isoa annostelujärjestelmäprojektia, jossa pääsin tekemään erinäisiä 3D-malleja laitteista, rungoista ja muista laitteiden eri osista. Samalla pääsin tekemään valmistuspiirustuksia näistä osista ja rungoista. Samaisena kesänä pääsin myös tutustumaan ensimmäisen kerran kunnolla PDM- ja ERP-järjestelmiin ja SolidWorks-ohjelman CustomWorks-lisäosaan.

Mielestäni PDM-järjestelmän perusajatus ja normaali käyttö oli helppo oppia, mutta kokonaisvaltainen osaaminen vaatii vielä paljon järjestelmän käyttöä ja harjoittelua. Alussa vaikeinta oli muistaa miten ja missä järjestyksessä 3D-mallien ja piirustuksien revisiointi suoritettiin. Tällöin käytin ERP-järjestelmää ensimmäistä kertaa ja sen oppiminen tuotti paljon enemmän vaikeuksia kuin PDM-järjestelmän oppiminen. Sain opeteltua ERP-järjestelmän perusajatuksen ja ymmärrettyä pääpiirteittäin, miten sen käyttöliittymä toimii, mutta yhden kesän kesätyöt eivät millään riittäneet koko järjestelmän opetteluun. Loppukesästä

kuitenkin komponenttien nimikkeiden luonti rupesi luonnistumaan, koska mekaniikkasuunnittelussa nimikkeiden luonti on melko yleistä. ERP-järjestelmästä minulla on kuitenkin vielä paljon opittavaa.

CustomWorks-lisäosan käyttö tuli myös tutuksi tämän kesä aikana, koska työkalua käytetään jokaisen osan kohdalla, joka luodaan SolidWorks-ohjelmalla. Itselle vaikein asia työkaluun liittyen oli oppia ymmärtämään lisäosan yhteys PDM- ja ERP-järjestelmiin. Samalla oli hieman haastavaa muistaa mitkä tiedot näkyvät missäkin kentässä eri ohjelmissa.

Itse suunnittelussa ensiaskeleeni otin levyjen ja runkojen mallintamisella. Suunnittelun kohdalla tuntui, ettei yhden kesän kesätyöt riittäneet edes oppimaan perusteita, koska suunnittelu on aiheena todella laaja. Sain kuitenkin kesätyöissä todella hyvän pohjan ja opin todella paljon uutta suunnittelusta ja valmistuksesta. Aluksi ajattelin, että 3D-mallien tekeminen olisi itselle vaikeaa, mutta nopeasti huomasin, ettei mallien tekeminen ollutkaan niin vaikeaa. Oikeaksi haasteeksi osoittautui valmistuspiirustusten tekeminen. Piirustusten oikeaoppinen tekeminen on todella laaja aihealue, enkä ole vielä kerennyt oppia kaikkea minun työkokemuksellani. Yhteenvetona osaamisestani voisin sanoa, että minulla on hyvä pohjaosaaminen ohjelmista ja suunnittelusta, mutta on vielä paljon uutta opittavaa.

3 Työkalut suunnitteluun

3.1 CAD

Tietokoneavusteinen suunnittelu (CAD) on lyhenne englanninkielisestä ilmauksesta "Computer-Aided Design". Nykypäivänä CAD on vakiinnuttanut asemansa, syrjäyttäen käsin piirtämisen suurimmaksi osaksi suunnittelutyössä. CAD tukee suunnitteluprosessia tietokoneen avulla eri vaiheissaan. Vaikka CAD on suhteellisen uusi käsite, sen merkitys on muuttunut sen käytön alkuaikojen jälkeen. Monet edelleen yhdistävät CAD:n pelkästään teknisten piirustusten luomiseen tietokoneella. Tämä oli totta CAD-ohjelmien alkuaikoina, jolloin termi CAD tarkoitti "Computer-Aided Drafting," eli suomeksi tietokoneavusteista piirtämistä. Kun tietokonetta alettiin hyödyntää teknisten piirustusten tekemisessä, se mullisti piirtämisen täysin. CAD-ohjelmat helpottivat suunnittelijoiden työtä erityisesti muutosten ja tuotevariaatioiden tekemisessä. (Pere & Rapinoja 2021.)

Ennen CAD-ohjelmia piirustukset tehtiin käsin kynällä paperille käyttäen apuna piirustuslautaa. Muutosten tekemiseen suunnittelijat tarvitsivat pyyhekumia, raapekynää sekä korjauslakkaa. Muutokset heikensivät kuvien laatua merkittävästi, minkä vuoksi piirustukset usein tehtiin uudelleen muutosten jälkeen. Luonnosteluvaihe katosi kokonaan, kun suunnittelussa alettiin hyödyntää CAD-ohjelmia, sillä niiden avulla piirustuksia voitiin muokata helposti ilman, että niiden laatu kärsi. Vaikka tietokoneet auttoivat suunnittelijoita piirtämisessä, niiden alkuperäinen tarkoitus oli pääasiassa piirustusten tuottaminen. (Pere & Rapinoja 2021.)

Nykypäivänä CAD tarkoittaa paljon muutakin kuin vain, suunnitteluprosessin tukemista tietokoneella. CAD-sanan merkitys on kasvanut vuosien varrella paljon. Kun kolmiulotteisten suunnitteluohjelmistojen käyttö on yleistynyt, tietokoneita käytetään suunnittelussa alusta loppuun asti. Kolmiulotteiset mallit ovat todella hyödyllisiä suunnitteluprosessissa. Ne mahdollistavat erilaisten tarkastelujen tekemisen jo ennen suunnitelman lukkoon lyömistä. Mallit, jotka ovat tehty kolmiulotteisesti helpottavat kommunikointia suunnitteluprosessissa kaikkien osapuolten välillä. CAD-suunnittelun lopputuotteet ovat kokeneet myös muutoksia vuosien varrella, vaikkakin tekniset valmistuspiirustukset ovat edelleen tärkeitä. Riippuen aina käyttötarkoituksesta, esimerkiksi pelkkä kolmiulotteinen malli tai mallista tehty erillinen tiedosto, jonka vaikkapa laserleikkuri osaa lukea, voi olla riittävä lopputuote suunnittelulle. (Pere & Rapinoja 2021.)

Usein nykyaikaiset CAD-ohjelmat muodostuvat monista erilaisista sovelluksista ja yleensä sisältävät apuohjelmia eri käyttötarkoituksiin. Tämän takia nykypäivänä puhutaan CAD-ohjelmistoista eikä yksittäisestä ohjelmasta. CAD-ohjelmistot voidaan luokitella kahteen eri

ryhmään niiden toimintatavan perusteella, eli suunnitellaanko ohjelmistolla kaksiulotteisesti vai kolmiulotteisesti. (Pere & Rapinoja 2021.)

3.1.1 2D CAD-ohjelmistot

CAD-ohjelmistojen historia ulottuu 1950-luvun loppuun. Tällöin NC-koneiden kehitys edesauttoi CAD-ohjelmien kehitystä todella paljon. Samalla suuret ilmailu- ja autoalan yritykset ajoivat kehitystä eteenpäin. Ilmailu- ja autoalan yritykset käyttivät varhaisia NC-koneita tärkeiden monimutkaisten muotopintojen valmistuksessa. Samalla tietokoneiden laskentateho kasvoi, joten tietokoneavusteinen FEM-laskenta vaikutti myös CAD-ohjelmistojen kehityksessä. Ensimmäiset CAD-ohjelmistot olivat pelkästään kaksiulotteisia (2D), eli piirtäminen niillä oli verrattavissa perinteiseen käsin piirtämiseen piirustuslaudalla. 2D CAD-ohjelmilla tuotetaan piirustuksia digitaalisessa muodossa. Kun piirustukset ovat digitaalisia, niiden muokkaaminen ja arkistointi on helpompaa kuin perinteisten paperipiirustusten. Digitaalisessa muodossa olevat piirustukset voidaan myös muuttaa helposti erilaisiin ja laajasti käytettyihin tiedostoformaatteihin, jotta niitä voidaan tarkastella jopa ilman CAD-ohjelmaa. Laajimmin tähän käyttötarkoitukseen oleva tiedostoformaatti on PDF. (Pere & Rapinoja 2021.)

Uudenaikaiset 2D CAD-ohjelmistot eivät ole tarkoitettu pelkästään teknisten valmistuspiirustusten piirtämiseen. Usein CAD-ohjelmistoilla tehdyt mallit koostuvat muustakin informatiivisesta tiedosta kuin vain geometrian määrittelystä. 2D-mallit voivat pitää sisällään esimerkiksi päivittyvän kokoonpanorakenteen tai vaikkapa levykappaleen ohjauskäyrän. Siksi useasti voidaan puhua myös 2D CAD-malleista. 2D CAD-malleille on tyypillistä, että ne tiedostotasolla muodostuvat vektorigrafiikasta, kun taas esimerkiksi normaali valokuva muodostuu bittikartta- eli pikseligrafiikasta. Näiden kahden grafiikan ero on, että pikseligrafiikassa kuva muodostuu pikseliruudukoissa olevista erivärisistä yksittäisistä pikseleistä, kun taas vektorigrafiikassa geometria saadaan aikaiseksi sijoittamalla koordinaatistoon tiettyjä elementtejä. Nämä elementit määräytyvät ja yhdistyvät toisiinsa matemaattisilla funktioilla. Vektorigrafiikassa esimerkiksi jana voidaan luoda monella eri tavalla, joko antamalla janalle suoraan sen alku- ja lopetuspisteiden koordinaatit, tai antamalla janalle sen aloituspisteen koordinaatit sekä pituus ja suunta. Elementit eivät ole sidottu tietyn paksuisiksi kuvasuhteen muuttuessa. Normaalisissa bittikarttakuvassa viivat muuttuvat laatikkomaisiksi, jos kuvaa katsotaan todella läheltä, mutta vektorigrafiikassa elementit pysyvät tarkkoina tarkasteluetäisyyden muuttuessa. (Pere & Rapinoja 2021.)

2D CAD-ohjelmia voidaan käyttää kaikenlaisten kohteiden suunnitteluun, koska jo ennen CAD-ohjelmia kaikki tehtiin kaksiulotteisesti. Monella suunnittelualalla on siirrytty

käyttämään kolmiulotteisia (3D) CAD-ohjelmia, mutta joillakin aloilla kolmiulotteisuudesta ei ole hyötyä, koska niiden dokumentoitavat ovat luonteeltaan kaksiulotteisia. Erilaiset kaaviot, suuret layout- ja periaatepiirustukset ovat luonteeltaan yleensä kaksiulotteisia. Yleisimpiin kaksiulotteisiin kaavioihin kuuluu prosessi-, sähkö- tai hydrauliiikan ja pneumatiikan toimintakaaviot. Mekaniikkasuunnittelu on aina haastavampaa kaksiulotteisena, mitä enemmän suunniteltavassa laitteessa tai kappaleessa on liikkuvia osia. Tänä päivänä monessa yrityksessä siirrytään tai on jo siirrytty 3D-suunnitteluun, mutta pelkässä 2D-formaatissa olevia piirustuksia voi olla edellisiltä vuosikymmeniltä. 2D-järjestelmiä tarvitaan edelleen näiden arkistoitujen piirustusten ylläpitämiseen vielä pitkän aikaa. (Pere & Rapinoja 2021.)

3.1.2 3D CAD-ohjelmistot

2D-suunnittelun yleistymisen jälkeen ei mennyt kauaakaan, kun 3D-suunnittelua alettiin kehittää. 3D CAD-ohjelmien kehitys alkoi 1960- ja 1970-lukujen vaihteessa, jolloin erityisesti kehityksen alla oli 3D-malliin pohjautuva automaattinen projektoiden luonti. Tästä lähtien 3D CAD-ohjelmistoja on kehitetty innokkaasti. Ensimmäiset kaupalliset 3D CAD-ohjelmistot ulottuvat 1970-luvun loppupuolelle. Nykypäivänä suurin osa suunnittelusta tehdään 3D-ohjelmistoilla. Ohjelmistojen kehitys muuttaa suunnittelua niin, että piirustusten merkitys pienenee koko ajan, vaikkakin ne ovat edelleen todella tärkeitä. 3D-suunnittelu on melkein syrjäyttänyt 2D-suunnittelun kokonaan, koska 3D CAD-ohjelmat tekevät 2D-projektiot automaattisesti piirustukseen. 3D-malli ja siitä tehty piirustus ovat todella tiiviisti yhteydessä. Kun mallia halutaan muuttaa, muutokset tehdään 3D-mallin puolella ja ohjelmisto päivittää mallista tehdyt kuvat automaattisesti. (Pere & Rapinoja 2021.)

3D-malleja on kolmea tyyppiä: lanka-, pinta-, ja tilavuusmalli. 3D CAD-ohjelmien alkuaikoina kaikki 3D-mallit olivat lankamalleja. Lankamalleissa kappaleen särmät on kuvattu viivoilla eli näkyvissä on vain kappaleen ulkomuodot. Lankamallit rajoittavat todella paljon suunnittelua ja tämän takia nykypäivänä lankamalleja ei enää tehdä. Lankamalleja sanotaan puhekielessä rautalankamalleiksi. (Pere & Rapinoja 2021.)

Pintamallit koostuvat samanlailla kappaleen särmistä, mutta särmien väliin muodostuu seinämät. Pintamalli on helpompi hahmottaa kuin rautalankamalli, koska pinnat, jotka ovat katsojaa päin jäävät piiloon. Pintamalleja voidaan käyttää esimerkiksi pinta-alan laskemiseen tai koneistusratojen ohjelmointiin. Pintamalleista ei voi laskea esimerkiksi massakeskipistettä tai tilavuutta, koska seinämät, jotka muodostuvat särmien välille ovat äärettömän ohuita, eikä ohjelmisto osaa lukea mikä on kappaleen sisäseinä ja mikä on ulkoseinä. (Pere & Rapinoja 2021.)

Tilavuusmallit koostuvat samanlailla kappaleen särmistä ja pinnasta kuin pintamallitkin, mutta kappaleen pinnalle määritellään paksuus. Tämä tuo malliin mukaan tilavuuden. Tilavuusmalleista voidaan laskea esimerkiksi massakeskipiste ja paino, sekä suorittaa törmäystarkasteluja. Nykyaikaiset 3D-mallit ovat useimmiten tilavuusmalleja, koska tällä mallinnustyyllillä geometrian luonti on helppoa ja selkeää. Yleensä halutaan, että kappaleen, tuotteen tai kokoonpanon 3D-malli näyttää mahdollisimman realistiselta. Kaikissa tapauksissa 3D-mallista ei kuitenkaan haluta realistista, vaan halutaan tehdä kevennetty malli, jossa on jätetty joitakin piirteitä pois. Esimerkiksi kierteet mallinnetaan hyvin usein kevennettyinä. Usein 3D CAD-ohjelmistoissa on omat työkalut, joilla tehdään niin sanotusti kosmeettinen kierre. Kosmeettinen kierre näkyy mallissa yleensä sylinteripinnalla olevana tekstuurina. Kierteen koko määräytyy sylinteripinnan halkaisijan mukaan. 3D-ohjelmiston työkalu pitää huolen, että kierteen koko näkyy piirustuksessa oikeanlaisena. Tietysti on tapauksia, jossa kierteetkin halutaan mallintaa realistisiksi, kuten 3D-tulostus- ja valumalleissa. On paljon muitakin tapauksia, milloin halutaan, että mallit ovat yksinkertaistettuja kuten suuret layout tason kokoonpanot, jossa voi olla kymmeniätuhansia komponentteja. Mallien yksinkertaistus auttaa paljon tiedostokokojen sekä tietokoneiden laskentatehon kanssa. (Pere & Rapinoja 2021.)

3.1.3 SolidWorks ja DraftSight

SolidWorks

Jon Hirschtick perusti SolidWorks-ohjelmiston joulukuussa vuonna 1993. Ohjelmiston tarkoituksena oli olla helppokäyttöinen, edullinen ja saatavilla Windows-käyttöjärjestelmällä. Vuoden 1995 marraskuussa SolidWorks-ohjelmistosta julkaistiin ensimmäinen versio ja se oli samalla ensimmäinen mallinnussovellus Windows-käyttöjärjestelmälle. Ohjelmiston julkaisu osoittautui todella suureksi askeleeksi CAD-ohjelmien kehityksessä, vaikka 2D-suunnitteluun tarkoitettu AutoCAD oli julkaistu paljon SolidWorks-ohjelmistoa aikaisemmin. Käytännössä SolidWorks toi markkinoille 3D-mallinnuksen ja 3D-mallinnuksesta tuli keskipiste 1990-luvun suunnittelussa. Vuonna 1997 Dassault Systèmes osti SolidWorks:n ja on kehittänyt ohjelmistoa vuosi vuodelta tähän päivään asti ja omistaa ohjelmiston edelleen. Ohjelmiston alkuaikoina se oli suunnattu enimmäkseen pelkästään mekaniikkasuunnitteluun, mutta ajan saatossa SolidWorks on laajentunut monelle 3D-teknologiaa hyödyntäville teknisen suunnittelun toimialoille kuten ilmailu-, avaruus-, rakennus- ja tuotantoteollisuuden aloille. (Bethany 2017.)

SolidWorks on parametrinen suunnitteluohjelmisto, joka perustuu rajoituksiin ja parametreihin. Tässä mallinnusjärjestelmässä luodaan ensin geometria, ja sen jälkeen sille asetetaan

määriykset ja relaatiot, jotka varmistavat suunnittelun tarkoituksen. Tämä eroaa paljon 2D CAD-järjestelmistä, joissa geometria piirretään haluttujen rajoitusten mukaisesti, mutta sillä ei ole välttämättä samanlaista rajoitetta geometrian kokoon, muotoon, suuntaukseen tai sijaintiin. Parametrisessa mallintamisessa nämä ominaisuudet määritetään etukäteen ja säilytetään suunnittelun aikana. (Hortman 2021.) SolidWorks-ohjelman rakenne perustuu kolmeen perustilaan: osatilaan, kokoonpanotilaan ja piirustustilaan. Osatila toimii tämän ohjelman peruskomponenttina ja on välttämätön ennen kuin voit luoda kokoonpanon. Kokoonpanotila sisältää osia ja muita kokoonpanoja, jotka tunnetaan osakokoonpanoina. (Universal Career Point.)

Osatila on SolidWorks-ohjelman ensimmäinen perustila, josta 3D-mallin suunnittelu aloitetaan. Aluksi valitaan luonnostelutaso, jolle luonnos halutaan tehdä. SolidWorks-ohjelman osa- tai kokoonpanopohjassa on vakiona origo ja kolme luonnostelutasoa. Luonnostelutasojen nimet ovat nykyisissä SolidWorks-ohjelman versioissa: Front Plane, Top Plane ja Right Plane ja ne ovat vapaasti nimettävissä uudelleen. Luonnosten piirtämisen jälkeen tarkat mitat ja vaaditut relaatiot määritetään samassa luonnostelu ympäristössä. Kun luonnostelu on määritelty mitoilla ja relaatioilla, siitä tehdään kolmiulotteinen erilaisten työkalujen avulla. Osatilassa on työkaluja, jotka mahdollistavat esimerkiksi reikien, metallilevyjen, hitsattujen rakenteiden, valumuottien ja pintamallien mallinnuksen. Samaisessa tilassa on myös mahdollista analysoida osamallia erilaisilla jännityksillä todenmukaisissa fysikaalisissa olosuhteissa. Tämä auttaa säästämään aikaa ja kustannuksia, jotka muuten kuluvat suunnittelun testaamiseen fyysisissä testausolosuhteissa. (Universal Career Point.)

Kokoonpanotila tai piirustustila ovat seuraavat tilat osatilan jälkeen. Kokoonpanotilassa kokoonpano luodaan yhdistämällä aiemmin osatilassa luodut komponentit muodostaen kokoonpanomallin. Lisäksi kokoonpanotilassa on mahdollista luoda uusia osia tarvittaessa. Näitä osia kutsutaan virtuaalisiksi osiksi. Yleensä kokoonpanossa käytetään erilaisten komponenttien välisiä relaatioita, ja näitä relaatioita hallitaan käyttäen Mate-työkalua. Kokoonpanotilassa malli voidaan myös animoida ja sitä voidaan tarkastella monin keinoin. Kokoonpanotilassa on erilaisia työkaluja esimerkiksi mittaamiseen, törmäyksien tarkasteluun ja häiriöiden havaitsemiseen. Samalla kokoonpanolle voidaan määrittää moottorit, toimilaitteet, voimat ja massan komponenteille, ja siten simuloida kokoonpanon liikettä erilaisilla visuaalisilla kaavioilla ja tuloksilla. (Universal Career Point.)

Piirustustila on suunniteltu yksityiskohtien piirtämiseen ja dokumentointiin osien ja kokoonpanojen osalta. Tässä tilassa kaikki yksityiskohdat ja dokumentaatio luodaan 2D-muodossa pois lukien isometriset-, dimetriset- ja trimetriset projektiot, jotka ovat kolmiulotteisia. Dokumentaatio sisältää erilaisia piirustusnäkymiä ja yksityiskohtia näistä näkymistä. SolidWorks

osaa automaattisesti luoda 2D projektiot halutusta osasta tai kokoonpanosta. Piirustustila tarjoaa monipuoliset työkalut piirustusnäkyneiden luomiseen ja muokkaamiseen sekä mittojen ja huomautusten lisäämiseen niihin. SolidWorks-ohjelmassa on myös ominaisuutena piirustusnäkyneiden automaattinen päivittyminen, jos mallia tai kokoonpanoa muutetaan. Tämä ominaisuus auttaa suunnittelijaa pysymään johdonmukaisena ja tehokkaana eri vaiheissa. (Universal Career Point.)

DraftSight

DraftSight-ohjelmiston juuret eivät ulotu lähellekään niin syvälle historiaan kuin SolidWorks- tai AutoCAD-ohjelmistojen juuret. DraftSight-ohjelmistoa voisi jopa sanoa uudeksi 2D CAD-ohjelmistoksi. Vuonna 2010 Dassault Systèmes julkaisi ensimmäisen version DraftSight-ohjelmistosta. DraftSight-ohjelmisto julkaistiin Dassault Systèmesin asiakkaiden suureen tarpeeseen 2D CAD-ohjelmistolle, joka vastaisi heidän 2D-suunnittelun perustarpeitaan. (Dassault Systèmes 2017.) DraftSight-ohjelmistosta on tarjolla erilaisia versioita käyttäjien osaamisen ja tarpeiden mukaan. Alussa ohjelmistosta oli saatavilla ilmainen versio, mutta vuonna 2019 ilmainen versio muuttui maksulliseksi ja nykypäivänä ohjelmasta on tarjolla vain maksullisia versioita. (Park 2019.)

DraftSight-ohjelmisto on ammattimainen CAD-alusta, joka keskittyy ensisijaisesti 2D CAD-piirustuksien luontiin ja tarkasteluun. Ohjelmistoa käytetään laajasti eri ammattialoilla insinööreistä intohimoisiin harrastajiin asti. DraftSight-ohjelmiston käyttöliittymä ja ominaisuudet ovat hyvin samankaltaiset kuin muissakin nykyaikaisissa CAD-ohjelmistoissa. Yksi DraftSight-ohjelmiston hyviä puolia on sen halpa hinta ja sen erilaiset lisenssivaihtoehdot verrattuna ohjelmiston kilpailijoihin. Ohjelmistosta on saatavilla erilaisia vaihtoehtoja, joissa ominaisuuksien määrä kasvaa samalla hinnan noustessa. Kaikissa lisenssivaihtoehdoissa on mahdollisuus yhdistää DraftSight-ohjelmisto SolidWorks PDM-järjestelmään ja kalleimmissa versioissa on jopa yksinkertaisia 3D-mallinnus työkaluja. (Lieber 2020.)

4 Tiedonhallinta ja toiminnanohjaus

4.1 PDM-järjestelmät

Tuotetiedonhallinta eli "Product Data Management" (PDM) on ollut käytössä CAD-suunnittelijoilla jo 1980-luvun puolivälistä lähtien. Alun perin suunnittelijat luonnostelivat suunnittelupiirustuksia perinteisillä piirustuslaudoilla, ja nämä piirustukset säilöttiin turvallisiin fyysisiin säilytyspaikkoihin, kuten kansioihin, kaappeihin ja lokeroihin. Näistä paikoista piirustuksia jaettiin suunnittelijoiden kesken tarpeen vaatiessa. Kun suunnittelu ja dokumentointi siirtyivät digitaaliseen ympäristöön, CAD-ohjelmistojen valmistajat ryhtyivät kehittämään ohjelmistoja, jotka mahdollistivat digitaalisen tiedon tallentamisen, hallinnan, jakamisen ja turvaamisen. Näitä ohjelmistoja alettiin kutsua PDM-järjestelmiksi. Kehityksen myötä, myös jotkut suuret CAD-ohjelmistojen toimittajat, jotka ovat tarjonneet perinteisiä PDM-järjestelmiä, ovat uudistaneet itseään ja siirtyneet PLM eli "Product Lifecycle Management"-palveluita tarjoavien yritysten joukkoon. Tämä muutos heijastaa yritysten pyrkimystä tarjota kokonaisvaltaisempia palveluita ja ratkaisuja, jotka kattavat digitaalisen valmistuksen kaikki vaiheet samassa yrityksessä. Yritysten päämääränä ei ole enää pelkästään tarjota suunnittelu- ja valmistusohjelmistoja, vaan myös integroida ne osaksi laajempaa PLM-ekosysteemiä. (Stevenson 2013.) Vaikka otsikkona on PDM-järjestelmät, on hyvä ymmärtää PDM- ja PLM-järjestelmien välinen ero. Järjestelmien välisistä eroista on kerrottu tarkemmin seuraavassa osiossa.

PLM- ja PDM-järjestelmien ero

PLM on lyhenne sanoista "Product Lifecycle Management", suomeksi termi tarkoittaa tuotteen elinkaaren hallintaa. Se kattaa kaikki tuotteen osa-alueet, alkaen suunnittelusta ja jatkuen tuotanto- ja myyntivaiheiden kautta palveluvaatimukseen sekä lopulta tuotteen elinkaaren päättymiseen saakka. PLM tarjoaa työkalut ja yhteisen arkiston, joka mahdollistaa liiketoimintaprosessien, eri ohjelmistojärjestelmien, henkilöiden, datan ja yrityspolitiikan integroinnin. PLM-järjestelmä on yrityksen ja sen koko laajennetun toimitusketjun tiedon selkäranka. PDM viittaa tuotetietojen hallintaan ja sen tyypillinen tehtävä on juuri tämä, tietojen hallinta. PDM-järjestelmät ovat pääasiallisesti vastuussa teknisistä tiedoista ja versionhallinnasta. Samalla ohjelmien tehtävä on varmistaa, että insinöörit ja muut sidosryhmät käyttävät oikeita tuoteversioita ja teknisiä määrittämiä. PDM-järjestelmä on suunnitteluun tarkoitettu työkalu, kun taas PLM-järjestelmä on kokonainen yritysjärjestelmä, joka vastaa arvoltaan yrityksen ERP-, CRM- tai MES-järjestelmää. Tämä tarkoittaa, että PDM on pieni osa-alue suuressa PLM-ekosysteemissä. (3HTi 2017.)

PDM Määritelmä

Tuotetietojen hallinnan määritelmä on järjestelmä, jolla tallennetaan ja hallinnoidaan turvalisesti suunnittelutiedostoja, kuten CAD-tiedostoja, suunnittelupiirroksia, malleja, teknisiä tietoja, valmistusvaatimuksia ja materiaaliluetteloita. Lisäksi riippuen PDM-järjestelmästä, se voi viitata laajempaan organisaation tiedonkeruun, tallennuksen, hallinnan ja jakamisen järjestelmään, jonka avulla tiedonsiirto insinööreiltä ja suunnittelijoilta tuotanto-, jakelu-, myynti- ja markkinointitiimeille olisi mahdollisimman vaivatonta. PDM-järjestelmä voi tuoda yritykselle monia etuja, kuten:

- Parantaa yhteistyötä yrityksen eri osastojen välillä.
- Tuotteiden suunnittelussa tapahtuvien virheiden vähentyminen.
- Tehokkuuden ja tuottavuuden lisääntyminen.
- Tiedon helpompi ja tehokkaampi jakaminen.
- Tehokas tuotetietojen hallinta voi johtaa parempaan asiakaskokemukseen. (Paxton 2022.)

Tuotetietojen hallinnan määritelmät voivat vaihdella toimialan ja tuotetyypin mukaan, mutta useimmissa PDM-järjestelmissä on useita yhteisiä suuria komponentteja, kuten:

- Tiedostojenhallinta, joka on suunniteltu suurien tiedostojen hallintaan ja siirtoon.
- Versio- ja revisiohallinta, sekä osaluetteloiden hallinta eri osastojen välillä.
- Yhteistyötyökalut, jotka ovat tarkoitettu työn jakamiseen ja suoran palautteen saamiseen.
- Käyttäjien roolien ja käyttöoikeuksien hallinta. (Paxton 2022.)

SolidWorks PDM

SolidWorks PDM on helposti käytettävä dokumenttienhallintaratkaisu, joka integroituu Windows Explorer-käyttöliittymään. Sen keskiössä on yhteensopivuus SolidWorks- ja AutoCAD-ohjelmistojen kanssa. Järjestelmä hallitsee SolidWorks-ohjelmiston natiivitiedostoja kuten 3D-malleja muodossa SLDPRT tai SLDASM ja piirustuksia muodossa SLDDRW. PDM-järjestelmä tukee myös minkä tahansa muun tiedostotyyppin versiohallintaa. Järjestelmästä löytyy kaikki normaalin PDM-järjestelmän ominaisuudet, kuten käyttäjien roolien ja käyttöoikeuksien hallinta, versio- ja revisiohallinta, muutoshistorian hallinta sekä dokumenttien hyväksymismenettely eli Workflow. Organisaation dokumenttien ja tiedostojen kulkua voidaan suunnitella ja havainnollistaa graafisen kaavion avulla. Workflow-ominaisuuden avulla voidaan automatisoida esimerkiksi dokumentin version hyväksyminen ja julkaiseminen viralliseksi revisioksi, piirustusten automaattinen muuttaminen PDF- tai DWG-muotoon

revisiointiprosessin aikana, levyosien levityskuvien automaattinen muuntaminen DXF-muotoon ja nimike- ja rakennetiedon muuttaminen XML-muotoon ERP/MRP-siirtoa varten. (CadWorks Oy.)

SolidWorks PDM-järjestelmästä on olemassa erilaisia versioita riippuen yrityksen tiimien koosta, tiedonhallintaan liittyvistä tarpeista ja tarvittavista toiminnoista liiketoimintaprosessien tukemiseen. Ensimmäinen versio on SolidWorks PDM Standard, joka on tarkoitettu pienille tiimeille. Järjestelmä sisältyy kaikkiin SolidWorks-Professional tai -Premium tilauksiin. Versiosta löytyy kaikki normaalit PDM toiminnot, mutta se ei sisällä esimerkiksi järjestelmän räätälöintiä. Seuraava versio on SolidWorks PDM Professional, joka on tarkoitettu suuremmille tiimeille ja työryhmille. Tämä versio on räätälöitävissä yrityksen tarpeiden mukaiseksi ja on sen takia PDM Standard versiota parempi. Se pitää sisällään muitakin ominaisuuksia kuten työnkulkujen suunnittelun (Workflow), automaation ja etäkäytön. Viimeinen versio on SolidWorks PDM Manage, joka on taas tarkoitettu tiimeille, jotka tarvitsevat PDM-järjestelmään projektinhallintaominaisuuksia. Tämä versio perustuu PDM professional version toimintoihin, mutta pitää sisällään ominaisuuksia liittyen projekti- ja prosessihallintaan, kohteiden hallintaan, käyttäjätehtäviin ja raportteihin. (GoEngineer.)

4.2 ERP-järjestelmä

ERP on lyhenne sanoista "Enterprise Resource Planning", suomeksi termi tarkoittaa toiminnanohjausta ja yleensä sillä viitataan toiminnanohjausjärjestelmään tai ohjelmaan. Perinteiset ERP-järjestelmät toimivat omina ohjelmistoinaan, eli yrityksessä saattoi olla oma ERP-järjestelmä taloushallinnolle ja oma toimintajärjestelmä. Nykyaikaiset ERP-järjestelmät yhdistävät kaikki prosessit yhteen. ERP-järjestelmä automatisoi ja hallitsee yrityksen keskeisiä liiketoimintaprosesseja. Järjestelmän avulla pyritään koordinoimaan yrityksen liiketoimintaprosessien välisiä tietovirtoja, jonka seurauksena olisi yrityksen suorituskyvyn optimointi. Nykyaikaiseen järjestelmään linkittyy yrityksen taloushallinnon, toimitusketjun, toiminnon, kaupankäynnin, raportoinnin, valmistuksen ja henkilöstöhallinnon aktiviteetit kaikki yhteen ja samaan paikkaan. (Microsoft.)

Kaikenkattavaa järjestelmäratkaisua ei ole jokaiselle liiketoimintaprosessille, mutta ERP-teknologia paranee vuosi vuodelta. Kun yrityksessä on saatu yhdistettyä prosessit, järjestelmät ja tiedot oikealla ERP-ratkaisulla, voi yritys aloittaa toimintojen optimoinnin. ERP-järjestelmä voi parantaa yrityksen liiketoimintaa seuraavilla tavoilla:

- Auttaa yritystä optimoimaan suorituskykyä
- Nopeuttaa toiminnallisia vaikutuksia
- Lisää liiketoiminnan ketteryyttä (Microsoft.)

ERP-järjestelmään voidaan sisällyttää erilaisia yrityksen ydintoimintoja. Järjestelmä pyrkii poistamaan kaupankäynnin- ja taustatoimintojen välisiä esteitä, ja samalla pyrkii optimoimaan näitä toimintoja. Riippuen yrityksestä, ERP-järjestelmä voi auttaa yritystä optimoimaan kaupankäyntiä, taloushallintoa, henkilöstöhallintoa, valmistusta ja toimintoketjuja. (Microsoft.)

ERP-järjestelmän käyttöönotto herättää usein kysymyksiä ja jopa epäilyksiä monissa yrityksissä. Oikeanlaisen järjestelmäratkaisun valinta on todella tärkeää, jotta se sopii yritykselle ja sen toimenkuvaan. ERP-järjestelmän käyttöönotto on usein kallis ja aikaa vievä prosessi, joten oikean teknologiakumppanin valitseminen on tärkeää. Samalla tulevan ERP-järjestelmän pitäisi olla yhteensopiva muiden yrityksessä käytettävien järjestelmien kanssa ja sisältää kasvua tukevia toimintoja. (Microsoft.)

5 Viikkoyhteenvedot

5.1 Viikko 1

Ensimmäisen viikon aikana pääsuunnittelija oli aloittanut projektin ennen kuin omat työtehtäväni alkoivat. Hän oli luonut alustavat palikkamallit säiliöstä, putkistoista ja muista projektiin kuuluvista osista ja koonnut ne yhteen. Tämä kokoonpano toimi erinomaisena apuvälineenä, mikä helpotti minua hahmottamaan, mitä projektissa oli tarkoitus saavuttaa. Kokoonpanon ansiosta pystyin aloittamaan suoraan putkistojen suunnittelun.

Kuten aiemmin mainitsin, perehdyin PDM- ja ERP-järjestelmiin vuoden 2022 harjoitteluni aikana. Tämän yhteydessä tuli esiin myös CustomWorks-työkalu. Järjestelmien ja työkalujen käyttö oli päässyt hieman unohtumaan muutamien kuukausien aikana. Suunnittelutyössä PDM-järjestelmää ja CustomWorks-työkalua hyödynnetään huomattavasti enemmän kuin ERP-järjestelmää, eivätkä ne ole laajuudeltaan lähellekään yhtä kattavia kuin ERP-järjestelmä.

PDM-järjestelmän käyttö sujui jo kohtuullisesti ensimmäisen viikon aikana, kun taas ERP-järjestelmän hallinta vaati vielä merkittävää lisäharjoittelua. CustomWorks-työkalun käyttö palautui mieleen nopeasti, erityisesti PDM-järjestelmän rinnalla, sillä sitä käytetään jokaisen luodun mallin yhteydessä. Käytön sujuvuuteen vaikutti huomattavasti järjestelmien tiheämpi käyttö. ERP-järjestelmän käyttö jäi ensimmäisen viikon aikana vähäiseksi, mutta muutaman nimikkeen luomisen jälkeen aloin pikkuhiljaa palauttaa mieleeni sen käyttöön liittyviä seikkoja. SolidWorks-ohjelmiston peruskäyttö oli säilynyt mielessä viime kesän työkokemuksistani. Onneksi pääsuunnittelija oli kuitenkin aina valmis auttamaan minua, mikäli minulla oli kysymyksiä ohjelmistoista tai järjestelmistä.

Itse suunnittelutyö oli melko vähäistä ensimmäisen viikon aikana, mutta sain runsaasti uutta tietoa hygieenisestä suunnittelusta ja sen merkityksestä elintarviketeollisuudessa. Samalla kertyi yleistietoa putkistosuunnittelusta ja putkistojen eri osista, kuten venttiileistä, liittimistä, tiivisteistä ja pumpuista.

5.2 Viikko 2

Viikon aikana tapahtunut suunnittelu keskittyi pääasiassa putkistoihin sekä niiden eri osiin ja komponentteihin. Sain viikon aikana arvokasta tietoa osien ja komponenttien roolista sekä tarkoituksesta erilaisissa putkistoissa. Esimerkiksi joustavat putkiyhteydet lisättiin putkistoon vähentämään ylimääräistä liikettä ja värähtelyä, koska säiliön punnitusanturit vaativat liikkeen ja värähtelyn minimoinnin toimiakseen tarkasti. Tässä yhteydessä oli myös

erityisen tärkeää kiinnittää huomiota putkiston kannakointiin ja erityisesti kannakkeiden sijoitteluun samaisten punnitusementien takia.

Tutustuin myös erilaisiin putkistopiirustuksiin ja niiden eroavaisuuksiin. Putkiston sijainnin mukaan valmistuspiirustuksen mitat ja merkinnät voivat vaihdella. Esimerkiksi suurten layout-tason putkistojen putkien mitoitus ei ole yhtä tarkkaa kuin putkistoissa, joissa on paljon liitoksia. Layout-tason putkistopiirustuksissa putkireitit ja niiden mitat voivat olla suuntaa antavia, ja asentajalle voidaan antaa enemmän vapautta putkiston valmistuksessa. Toisaalta putkistoissa, joissa on runsaasti liitoksia, putkien mitoituksella on suurempi merkitys varmistaakseen liitoskohtien tarkan kohtaamisen ja tiiviin asennuksen. On huomioitava, että putkistojen mitat ovat yleisesti ottaen suuntaa antavia, ja asentajilla on usein vapautta niitä valmistaessa.

ERP-järjestelmän käyttö jäi tällä viikolla kokonaan olemattomaksi, mutta sen sijaan PDM-järjestelmän käyttö tuli entistä tutummaksi. Viikon aikana perehdyin myös siihen, miten Dossitecin revisiointi toimii. Teoriaosiossa, jossa käsitellään tarkemmin PDM-järjestelmiä, on esitetty termi "workflow". Tällä termillä viitataan kokonaisuuteen, jonka kautta mallit ja piirustukset kulkevat PDM-järjestelmässä. Revisiointi muodostaa yhden osan tätä workflowta.

5.3 Viikko 3

Noin puolet kuluneesta viikosta käytin putkistojen suunnitteluun ja niiden muokkaamiseen. Tällä viikolla tuli selvästi esiin, että suunnitteluprosessin loppuvaiheessakin voidaan tehdä merkittäviä muutoksia, jotka vaikuttavat moniin osiin ja kokoonpanoihin. Erityisesti raskas pumppu-projektissa tämä näkyy selkeästi, sillä suunnittelutasoni ja tietämykseni eivät ole vielä kehittyneet riittävästi huomioidakseni kaikki laitteiston vaatimat ominaisuudet ja osat projektin alkuvaiheessa. Tämän takia projektiin on lisätty ja muokattu osia kesken kaiken, aina kun pääsuunnittelija tai projektijohto on havainnut puutteita tai virheitä. Lopulta sain kuitenkin hyväksyä kaikki ensimmäisen projektini mallit ja valmistuspiirustukset, jotta ne projekti saatiin valmistukseen.

Loppuviikosta pääsin työskentelemään ensimmäistä kertaa tarjousmallin ja piirustuksen parissa. Tarjousmallit- ja piirustukset pyritään luomaan muiden suunnittelutehtävien välissä, jotta myyntiorganisaatiolla kaupanteko sujuisi mahdollisimman sulavasti. Tarjousmallien luomisessa ei kulu yhtä paljon aikaa kuin varsinaisten projektille suunniteltujen mallien kanssa. Tavallisesti nämä mallit ovat nopeasti luotuja palikkamalleja, joissa ulkomitat ja ulkonäkö vastaavat myytävää tuotetta. Jokaisesta laitteiston mallista tai osasta ei laadita erillistä mittapiirustusta, sen sijaan päämitat sijoitetaan layout-tason piirustukseen.

Tarjousmalleja tehdessä palautin mieleeni koulussa opittuja mittasuhteita ja niiden käytännön soveltamista. Lisäksi asetin itselleni haasteen hoitotason mallintamisen parissa, sillä pyrin luomaan tasosta mallin, jota voisin hyödyntää tulevissa tarjousmalleissa mahdollisimman vähäisin muutoksin. Tason mallinnuksen yhteydessä perehdyin uusiin mallinnustekniikoihin ja SolidWorks-ohjelmiston työkalujen erilaisiin asetuksiin.

5.4 Viikko 4

Neljännän viikon keskeisenä aiheena oli tarjousmallien- ja piirustusten luominen ja muokkaus. Tarjousmallin muokkaustyössä kohtasin runsaasti muutoksia, joista suurin osa liittyi laitteiden sijaintien vaihteluun. Viikon aikana sain myös ensikosketuksen DraftSight-ohjelmistoon ja kykenin lisäämään tarvittavat kuvannot mittoineen asiakkaan DWG-layout-malliin. Samalla DraftSight-ohjelmistoa käyttäessäni sen peruskomennot alkoivat vakiintua mieleeni. Tarjousta muokatessa opin miten, Dosetecilla suoritetaan tarjousmallien- ja piirustusten revisiointi. Tämä oli helposti ymmärrettävissä, koska se noudatti samaa logiikkaa kuin tavallisten valmistuspiirustusten revisiointi. Tarjousmallien ja piirustusten revisiossa ei käytetä muutosmerkintöjä, ja revisiokirjaimet korvautuvat numeroilla. Tarjouksessa oli muutama erilainen Dosetecin laitteisto, ja sain perustietoa niiden toiminnasta sekä erilaisista vakiintuneista komponenteista.

SolidWorks-ohjelmistossa on ominaisuus, joka toimii siten, kun mallin mittoja muutetaan, piirustuksen mitat päivittyvät automaattisesti mukana. Valitettavasti ohjelmiston ominaisuus ei toiminut tarjouspiirustusta muokatessa. SolidWorks ei tunnistanut esimerkiksi laitteiden kääntöä, mikä aiheutti sen, että mitat eivät seuranneet muutosta automaattisesti. Tämän seurauksena mitat täytyi lisätä uudelleen aina tarjouspiirustuksen muuttuessa. Tämä lisäsi merkittävästi työmäärääni tällä viikolla.

5.5 Viikko 5

Kuluvalle viikolle osui monia eri työtehtäviä, joista suurin osa oli kuitenkin tuttuja ja aiemmin opittuja. Päivittäin esiintyi muutamia kysymyksiä pääsuunnittelijalle liittyen SolidWorks-ohjelmaan sekä muihin suunnitteluun liittyviin järjestelmiin ja itse suunnitteluprosessiin. Kysymysten määrä on kuitenkin vähentynyt, mikä kertoo uusien asioiden oppimisesta ja sisäistämisestä. Viikon aikana onnistuin tekemään tarjousmalli- piirustusmuutokset pääosin itsenäisesti. Kun olin saanut muutokset valmiiksi, pääsuunnittelija tarkasti lopuksi piirustukset ja antoi kommentteja virheistä, jos niihin oli tarvetta. Samaa prosessia noudatettiin myös suuremman leipomon as-built piirustuksissa. Sain lopulliset piirustukset valmiiksi ja pääsuunnittelijan tarkastuksen jälkeen ne voitiin hyväksyä ilman muutoksia.

Samalla olen edistynyt SolidWorks-ohjelmiston käytössä, sillä kolmen suursäkinpurkuase-
man tarjousmallin- ja piirustuksen luomiseen ei kulunut kuin muutama tunti. Ensimmäisellä
viikolla vastaava tehtävä olisi todennäköisesti vienyt vähintään kokonaisen päivän.

Lisäksi aloitin tällä viikolla pienoismallien 3D-mallien teon. Lopulliset pienoismallit tullaan
tulostamaan alihankintana ja ne tulevat näytelle yrityksen messuosastolle. Pienoismallien
tekemisessä ei ole välttämättä tarvetta suunnitella uutta, mutta se tarjoaa mahdollisuuden
tutustua erilaisiin laitteistoihin ja niiden komponentteihin mallinnuksen ohella. Uusien laittei-
den ja ratkaisujen suunnittelutyö jää hieman vähemmälle, nyt kun keskityn tästä eteenpäin
pienoismallien luomiseen ja yksityiskohtien mallintamiseen.

5.6 Viikko 6

Uudeksi aiheeksi tällä viikolla muodostui raskipumppu-projektin asiakasdokumentaation ja
laiteluettelon laatiminen. Tämän projektin osalta tarvittavat datalehdet ja dokumentaatiot
löytyivät suhteellisen vaivattomasti komponenttivalmistajien verkkosivuilta. Yleensä tällaiset
tiedot ovat helposti saatavilla valmistajien verkkosivuilta, mutta poikkeustapauksissa ne voi-
vat olla hankalampia löytää. Joissakin tilanteissa on tarpeen tiedustella datalehtiä tai doku-
mentteja suoraan valmistajilta esimerkiksi sähköpostitse myyjän kautta. Useimmiten kom-
ponenttivalmistajilla on myös tarjolla 3D-mallit komponenteistaan, jotka melkein aina sovel-
tavat sellaisenaan. Toisaalta on myös 3D-malleja, jotka vaativat muokkausta ennen kuin ne
voidaan lopullisesti tallentaa PDM-järjestelmään.

Laiteluettelon laatiminen oli minulle kokonaan uusi aihe. Tässä projektissa laiteluettelo erosi
perinteisestä uuden laiteluettelon laatimisesta, sillä se toteutettiin lisäämällä projektissa
käytetyt osat aiemmin laadittuun luetteloon. Tämä johtui siitä, että projekti oli vanhan lait-
teiston päivitys, jossa vaihdettiin vanhat osat uusiin. Laitteiston putkistot kokivat suurimman
muutoksen, mutta niistä ei tule merkintää laiteluetteloon. Loput viikosta mallinsin pienois-
mallien 3D-malleja ja tein siiloista kokoonpanon. Loppuviikosta keskityin pienoismallien 3D-
mallien tekemiseen ja sain valmiiksi siilojen kokoonpanon. Lähetin siiloista tehdyn kokoon-
panon projektijohtolle tarkistukseen juuri ennen viikonloppua.

5.7 Viikko 7

Tällä viikolla kirjasin päiväkirjaan merkintöjä vain kolmelta päivältä, mutta silti sain suoritet-
tua useita pienempiä työtehtäviä. Yhtenä työtehtävänä oli induktiivisen anturin tunnistusle-
vyn valmistus. Tunnistuslevy oli kiinnitetty akselin päähän ja se oli muotoilultaan banaanin
muotoinen, jotta levy pysyisi anturin tunnistusalueella akselin pyöriessä. Projektijohto ja
asentajat olivat hahmotelleet tunnistuslevyn kiinnityksen ja muodon valmiiksi, joten minun

tehtäväkseni jäi ainoastaan luoda heidän ideastaan 3D-malli ja valmistuspiirustus. Lisäksi banaanin muotoisesta levyosasta tarvittiin DXF-tiedosto tilausta varten. Dosetecilla lähes kaikki levyosat tilataan laserleikattuna, koska laserleikatut osat ovat erittäin tarkkoja ja niiden toimitusaika on yleensä lyhyt.

Lisäksi laadin as-built mallin ja piirustuksen induktiivisten antureiden kiinnityslevystä. As-built malli ja piirustus tehdään tilanteissa, joissa jokin osa, laite tai kokonaisuus on valmistettu poiketen alkuperäisestä suunnitelmasta. Tässä tapauksessa asentaja oli joutunut muokkaamaan levyosaa, joten malli ja piirustus päivitettiin vastaamaan asentajan tekemiä muutoksia.

5.8 Viikko 8

Kahdeksas viikko kului kokonaan pienoismallien 3D-mallien teossa. Uutena aiheena tutustuin SolidWorks-ohjelman structural member-työkalun putkiprofiilimalleihin ja niiden tiedostorakenteeseen. Pienoismallien rungoille tein omat putkiprofiilit, jotka ulkomitoiltaan vastasivat aitoja putkiprofiileja, mutta sisäisesti olivat kiinteitä profiilimalleja. Itse putkiprofiilin luominen ei tuottanut ongelmia, mutta sen oikeaan paikkaan tallentaminen aiheutti puolestaan haasteita. SolidWorks lukee kansioita niin, että ensimmäisestä kansioista valitaan palkkiprofiilin standardi, toisesta kansioista palkkiprofiilin tyyppi ja kolmannesta kansioista palkkiprofiilin koko. Tässä tapauksessa, kun profiilimalli oli konfiguroitu, viimeinen kansiorakenne kuitenkin jätettiin kokonaan huomiotta. Structural member-työkalun kansiorakenteen ymmärtämisestä voi olla tulevaisuudessa hyötyä, sillä SolidWorks-ohjelmassa voi olla muitakin samankaltaisia kansiorakenteita, joita saattaa joutua muokkaamaan.

Pienoismallien 3D-malleja luodessani olen päässyt hyödyntämään monipuolisesti SolidWorks-ohjelman perustyökaluja ja vakiinnuttanut rutiinin niiden käytössä. Lisäksi olen muokannut SolidWorksin asetuksia omiin tarpeisiini soveltuviksi ja lisännyt muutamia pikanäppäimiä mallintamisen nopeuttamiseksi ja sujuvoittamiseksi. Vaikka pikanäppäimien omaksumiseen kuluu hetki, ne tulevat merkittävästi helpottamaan ja tehostamaan mallintamista tulevaisuudessa.

5.9 Viikko 9

Viikon kuluessa pääasiallisesti työtehtäväni keskittyi pienoismallien 3D-mallien luomiseen. Onnistuin viimeistelemaan säiliövaa'an 3D-mallin ja aloittamaan suursäkki- ja pienkomponenttiaseman mallinnuksen. Työni alkoi rungon mallinnuksella, ja viikon edetessä keskityin suursäkkien ja pienkomponenttiasemien säiliöiden mallintamiseen. Suoritin myös muutamia pienempiä tehtäviä, kuten suunnittelin konekilven mallipohjan ja päivitin tarjouskuvan.

Muut suunnitteluun liittyvät tehtävät asettuivat aina etusijalle ennen pienoismallien 3D-mallien valmistusta, koska ne eivät olleet kiireellisiä. Tämä toimii hyvin esimerkkitalanteena, joissa täytyi jättää vähemmän kiireellinen työtehtävä kesken ja keskittyä kiireellisempään työtehtävään. Ajoittain suunnittelijan on päätettävä useiden kiireellisten työtehtävien välillä. Tällaisissa tilanteissa suunnittelijan on punnittava huolellisesti työtehtävien kiireellisyyttä ja päätettävä, mitkä niistä suoritetaan ensimmäisenä ja mitkä jätetään viimeisiksi.

Kehitystä on tapahtunut kaikilla osa-alueilla, kuten suunnittelussa, mallinnuksessa ja ohjelmistojen/järjestelmien käytössä. Tämä heijastui konkreettisesti siinä, että pystyin viikon aikana saattamaan päätökseen enemmän työtehtäviä, ja näissä työtehtävissä havaittujen virheiden määrä väheni merkittävästi.

5.10 Viikko 10

Viimeisen viikon työtehtävät olivat luonteeltaan hyvin samankaltaisia kuin edellisen viikon tehtävät. Työtehtäviin sisältyi tarjousmallin ja piirustuksen revisiointia sekä 3D-mallien luomista pienoismalleja varten. Kävimme palaverissa yrityksen tiloissa, missä suunniteltiin 3D-mallien lopullista tulostamista. Saatuamme esittelyn heidän käyttämästään laitteistosta ja tulostusprosesseista, esittelyn aikana tuli ilmi, että teollisuustason 3D-tulostimet kykenevät paljon tarkempaan tulostukseen kuin olimme Dose Tecilla ajatelleet. Tämän havainnon pohjalta päätimme, että mallit kopioitaisiin suoraan projekteille luoduista tarkoista 3D-malleista. Nämä 3D-mallit ovat todella tarkkoja kopioita oikeista laitteista ja ne sisältävät kaikki osat niiden valmistamiseen. Vaikka mallit voitiin suoraan kopioida vanhoista projekteista, kaikki mikä ei ole ulkoisesti näkyvissä, tuli poistaa tulostuksen helpottamiseksi. Aloitin mallien muokkaamisen säiliövää'asta ja loppuviikosta pääsin työskentelemään suursäkki- ja pienkomponenttiaseman mallin parissa. Lisäksi suunnittelin alustan pienoismalleille ja kokosin kaikki valmiit mallit yhdeksi kokonaisuudeksi. Tästä kokoonpanosta on helppo tarkistella tulevaisuudessa kaikkia malleja samaan aikaan.

6 Yhteenveto ja pohdinta

Tämän päiväkirjamaisen opinnäytetyön tarkoituksena oli seurata vasta-aloittaneen mekaniikkasuunnittelijan ammatillista kehitystä annostelujärjestelmien suunnittelussa eri teollisuudenaloille. Opinnäytetyössäni ei ollut yksittäistä aihetta tai projektia, johon se olisi kokonaan keskittynyt, vaan opinnäytetyön alkuosassa on hieman teoriaa ja lopussa on päiväkirjaosio. Teoriaosiossa käytiin läpi aiheita, CAD-suunnittelusta tiedonhallintajärjestelmiin. Näihin aihealueisiin iso osa vasta aloittelevista mekaniikkasuunnittelijoista tulee tutustumaan uransa alkuvaiheissa. Päiväkirjaosiossa seurattiin suunnittelutyötä ja siinä kehittymistä kymmenen viikon ajalta. Päiväkirjastani käy hyvin ilmi erilaiset työtehtävät ja ongelmat, joita mekaniikkasuunnittelija joutuu ratkomaan päivittäin. Samalla päiväkirjassa tulee ilmi, kuinka joskus saattaa joutua hyppimään työtehtävästä toiseen ja tehdä kiireellisemmät työt alta pois. Tämä toki riippuu paljon yrityksestä missä työskentelee, mutta minulle se oli melko yleistä näiden yhdeksän viikon aikana.

Päiväkirjamuotoisen opinnäytetyön tekeminen oli mielestäni hyvä ratkaisu, koska oli mahdollista työskennellä samanaikaisesti, kun tein opinnäytetyötä ja pystyin kehittämään itseäni mekaniikkasuunnittelijana. Opinnäytetyön suurimpana haasteena oli ajan jakaminen tasaisesti kaikille osa-alueille, kuten itse työnteolle, uusien asioiden oppiseen ja sisäistämiseen ja opinnäytetyön kirjoittamiseen. Opinnäytetyön loppuvaiheessa aikaa jakautuikin paljon enemmän työnteolle kuin itse opinnäytetyön kirjoittamiseen, koska suunnitteluosastollamme oli paljon töitä, mutta tämä oli loppujen lopuksi vain hyvä asia. Toiseksi haasteeksi muodostui teoriaosuuden rajaaminen, koska opinnäytetyössä ei ole yksittäistä aihetta eikä projektia. Uran alkuaikana suunnittelutietoa tulee niin paljon, ettei sitä pysty kaikkea kerralla edes sisäistämään. Huomasin useaan kertaan, että kyselin apua samoihin aiheisiin. Onneksi kaikki Dosetecilla työskentelevät henkilöt ovat todella ymmärtäväisiä ja ammattitaitoisia, joten sain aina vastauksen kysymyksiini.

Itse suunnittelutyön haasteena oli yksinkertaisesti kokemuksen puute mekaniikkasuunnittelusta. Tämähän ei muulla parane muuta kuin töitä tekemällä ja itseopiskelulla. On kuitenkin hienoa huomata kehitystä kaikilla osa-alueilla jo näiden yhdeksän viikon aikana. SolidWorks-ohjelman kanssa minulle ei ole tullut suurempia ongelmia, koska opin SolidWorks-ohjelmiston peruskäytön ja käyttöliittymän jo kouluaikana. DraftSight-ohjelmiston käyttö on taas ollut minulle haastavaa. Tämä johtuu siitä, että kouluaikana 2D-suunniteluohjelmat olivat todella pienessä roolissa ja niiden käytöstä ei ole kovinkaan paljon kokemusta. Olen kuitenkin oppinut työssäni paljon uusia taitoja liittyen eri ohjelmistoihin ja järjestelmiin, jotka ovat suunnittelun työkaluina. Aion tulevaisuudessa jatkaa ammatillista kehittymistä kaikilla suunnitteluun liittyvillä osa-alueilla.

Lähteet

- Bethany. 2017. A Brief History Of SolidWorks. Scan2CAD. Blogi. Viitattu 13.9.2023. Saatavissa <https://www.scan2cad.com/blog/cad/solidworks-history>
- CadWorks Oy. SOLIDWORKS PDM. CadWorks. Viitattu 30.9.2023. Saatavissa <https://www.cadworks.fi/fi/products/solidworks-pdm>
- Dassault Systèmes. 2017. DRAFTSIGHT. ckconnect.in. Viitattu 24.9.2023. Saatavissa https://ckconnect.in/solidworks/wp-content/uploads/2022/01/3DS_2017_SWK_Launch2018_Data-Sheet_DraftSight_USLetter.pdf
- Dosetec Exact Oy. a. Historia. Viitattu 17.7.2023. Saatavissa <https://www.dosetec.fi/yrittys/historia/>
- Dosetec Exact Oy. b. Yrittys. Viitattu 17.7.2023. Saatavissa <https://www.dosetec.fi/yrittys/>
- GoEngineer. Your Guide to Buying SOLIDWORKS PDM. GoEngineer. Viitattu 30.9.2023. Saatavissa <https://www.goengineer.com/guide-to-buying-solidworks-pdm>
- Hortman, M. 2021. What Is SolidWorks? openwa.pressbooks.pub. Viitattu 17.9.2023. Saatavissa <https://openwa.pressbooks.pub/testmhrtc/chapter/chapter-1-2/>
- Lieber, J. 2020. DraftSight Software Packages, Price, and Features. GoEngineer. Blogi. Viitattu 25.9.2023. Saatavissa <https://www.goengineer.com/blog/draftsight-software-packages-price-and-features>
- Microsoft. Mikä on ERP? Microsoft. Viitattu 1.10.2023. Saatavissa <https://dynamics.microsoft.com/fi-fi/erp/what-is-erp/>
- Paxton, C. 2022. What is Product Data Management? Akeneo. Blogi. Viitattu 29.9.2023. Saatavissa <https://www.akeneo.com/blog/what-is-product-data-management/>
- Park, E. 2019. DraftSight 2019 Activation Changes. Hawk Ridge Systems. Viitattu 24.9.2023. Saatavissa <https://support.hawkridgesys.com/hc/en-us/articles/360025476731-DraftSight-2019-Activation-Changes>
- Pere, A & Rapinoja, J.-P. 2021. Koneenpiirustus 1 & 2. 13. painos. Espoo: Kirpe Oy.
- Stevenson, J. 2013. PDM Part I: Product Data Management's Journey to the Cloud. GrabCAD Blog. Viitattu 28.9.2023. Saatavissa

<https://blog.grabcad.com/blog/2013/07/22/pdm-part-i-product-data-managements-long-road-to-the-cloud/>

Universal Career Point. Introduction to SolidWorks. Universal Career Point. Viitattu 17.9.2023. Saatavissa <http://universalcareerpoints.weebly.com/introduction-to-solidworks.html>

Watson-Marlow Fluid Technology Group. 2017. The Perfect Pump for industrial applications. Viitattu 17.8.2023. Saatavissa <https://www.wmfts.com/siteassets/catalog/products/corporate/masosine/sinusoidal-pumps/7490/literature/b-masosine-sps-en.pdf>

3HTi. 2017. PLM vs PDM: What's the difference? 3HTi. Viitattu 29.9.2023. Saatavissa <https://3hti.com/plm/plm-vs-pdm/>

Liite 1. Päiväkirjaraportointi

Päiväkirjaraportointi

Saku Laaksonen 2023

Viikko 1

maanantai 27.2.2023

Ensimmäinen päivä alkoi työpisteiden siirtelyllä ja siivoamisella. Kun olin saanut oman työpisteeni siihen kuntoon, että pystyin aloittelemaan työt, minulle annettiin ”oma” projekti, jota alkaisin hieman mietiskelemään. Tietysti aina kun minulle tulisi jotain kysyttävää suunnittelusta, saan tarvittaessa apua projektiin vanhemmalta suunnittelijalta. Tämä ensimmäinen projekti oli pieni ja yksinkertainen, joten se sopi täydellisesti aloittelevalle suunnittelijalle. Projektiksi sain leipomon raskisäiliön pumpun ja siihen liittyvien putkistojen uudistamisen, sekä valmistuskuvien piirtämisen uusista osista.

Pääsin suoraan kyselemään pumpusta ja moottorista STEP-mallia SolidWorksiin ja mittapiirustuksia sähköpostitse yritykseltä, jolta pumppu oli hankittu. Iltapäivästä pääsin myös hieman aloittamaan putkiston suunnittelua ja mallintamista, mutta en kauheasti kerennyt tätä tekemään, koska PDM- ja ERP-järjestelmät olivat vielä itselle hieman hukassa. Olin Dosetecilla kesätöissä vuonna 2022 mekaniikkasuunnittelijaharjoittelijana, joten PDM ja ERP olivat jo hieman ennalta tuttuja.

tiistai 28.2.2023

Aloitin päiväni jatkamalla omaa projektiani, joka oli raskisäiliön pumpun uusiminen. Mallinsin putkistoja ruokataukoon asti. Pikkuhiljaa myös PDM-järjestelmän käyttö alkoi taas muistua mieleen.

Dosetecilla suunnittelijat käyttävät SolidWorks:n omaa PDM-järjestelmää ja siihen lisättyä lisäosaa, jonka nimi on CustomWorks. CustomWorks automatisoi monia asioita, jotta niitä ei tarvitse tehdä käsin, esimerkiksi: Osien nimiketiedon hallinnan, suunnittelutiedon uudelleenkäytön, eri tiedostomuotojen luonnin sekä piirustusten tulostuksen. Uskoisin, että molemmat, PDM- ja ERP-järjestelmät tulevat nopeasti tutuiksi, koska niitä käyttää päivässä yleensä melko paljon.

Sain maanantaina pumpun toimittajalta STEP-mallin ja piirustuksen pumpusta ja niistä kävi ilmi, että pumpun omilla säätöjaloilla ei saada pumppua niin alas kuin tarvittaisiin, joten huomenna mallinnan uudet säädettävät jalat pumpun runkoon. Suunnittelin, että tekisin muutaman konfiguroidun mallin, jossa on säädettävät jalat. Konfiguroidut mallit kuvaisivat pumpun minimi-, keski-, ja maksimikorkeutta, johon säädettävillä jaloilla päästäisiin. Säädettävillä jaloilla tietysti pystytään säätämään pumpun korkeutta maasta ja säätämään pumppu suoraan, jos maassa on kaatoa. Pääsuunnittelijalta tuli huomautus, että konfiguroidut mallit tulisi tehdä niin, että samaa pumppumallia voitaisiin mahdollisesti käyttää uusissa projekteissa, joten tämä täytyi pitää mielessä.

keskiviikko 1.3.2023

Aloitin aamun päivittämällä tietokoneeni näytönohjaimen ajurin uusimpaan versioon, koska huomasin ettei sitä ollut päivitetty pitkään aikaan. SolidWorks ei kuitenkaan tykännyt ajurin päivityksestä, ja malleista rupesi häviämään tekstuureita tai jotkut mallit eivät näkyneet olenkaan. Onneksi internet auttoi taas kerran, ja sain asennettua oikean ajurin näytönohjaimelle ja kaikki rupesi taas toimimaan. SolidWorks-ohjelman oma diagnostiikka työkalu suosittelee oikeita näytönohjaimen ajuri versioita, riippuen tietokoneen mallista, näytönohjaimesta ja sen mallista.

Iltapäivästä ajattelin, että aloitan tekemään pumpulle säätöjalkoja, mutta huomasin että säiliön alla olevan läppäventtiilin huuhteluputkisto tarvitsee kannattimet. Kannattimissa täytyi olla myös säätöjalat, jotka ovat hygieenisesti muotoiltu. Hygieeninen muotoilu tarkoittaa sitä, että kannattimen muotoilun tulee olla mahdollisimman sileä ja helposti putsattavissa ettei siihen tarttuisi esimerkiksi pölyä, jauhoa tai muuta likaa. Löysin säätöjalkojen toimittajan sivuilta mittapiirustukset säätöjalasta. Tein säätöjalasta 3D-mallin ja tein siitä nimikkeen ERP-järjestelmään, jotta sitä voitaisiin käyttää uudelleen toisessa projektissa. Mallinsin sopivan kannakkeen putkistolle ja piirsin siitä valmistuskuvan, ja tähän kuluikin loppupäivä. Huomenna aamusta aloitan pumpun säätöjalkojen teon.

torstai 2.3.2023

Aamusta viimeistelin vielä piirustukset eilen tehdystä putkistosta ja huuhteluputkiston kannattimista. Tämän jälkeen pääsin vihdoinkin mallintamaan pumpulle säädettäviä jalkoja. Pumpussa käytettiin samanmallisia hygieenisia jalkoja kuin putkiston kannattimissa, jotta saadaan haluttu korkeus, mutta pumpun säätöjalkojen kierre täytyi olla hieman lyhyempi. Kopioin eilen mallinnetun säätöjalan 3D-mallin ja lyhensin kierteen sopivaksi. Tein taas ERP-järjestelmään uuden nimikkeen uudesta säätöjalasta, ja käytin tätä pumpussa.

Loppupäivästä lisäilin putkistojen liitoskohtiin clamp-pantoja ja niihin kuuluvia tiivisteitä. Melkein jokainen liitos putkistossa on toteutettu clamp-liitoksella, joka mahdollistaa putkiston purkamisen niin, että se voidaan putsata kunnolla. Jopa clamp-pannat ja niiden tiivisteet lisätään malliin, vaikka esimerkiksi tiivisteet eivät näy lainkaan ulospäin. Syy tähän on se, että kokoonpanopiirustuksesta tieto menee ERP-järjestelmään, josta komponenttien ostaja näkee kaikkien osien määrät, jotka kuuluvat projektiin. Samalla osien määrä ja niiden oikea nimeäminen piirustuksessa auttaa jokaisessa projektissa myös laitteiden valmistajaa.

perjantai 3.3.2023

Pumpusta, johon eilen mallinsin säädettävät jalat, täytyi tehdä valmistuspiirustus, joten aloitin aamun tekemällä piirustuksen. Tähän minulla vierähtikin tovi. Lounastauon jälkeen

lisäsin säiliön alapuolelle tulevaan läppäventtiin huuhteluputkistoon takaiskuventtiin. Takaiskuventtiili sallii nesteen virtaamisen vain yhteen suuntaan, eli estää tässä tapauksessa nesteen virtauksen takaisin huuhteluputkistoon.

Läppäventtiilille/putkistolle tulee vesihuuhtelu sen takia, koska säiliössä on siemenraskia ja kun sitä annostellaan eteenpäin, putkistoon jää aina jäämiä annostelusta. Jos raskia ei huuhdella sieltä vedellä pois se rupeaa käymään ja hapantumaan putkistossa, tämä ei tietenkään ole hygieenistä ja putkistoon voisi kasvaa mikrobikasvustoa.

Loppupäivän päivittelin valmistuskuvia putkistosta, johon lisäsin aiemmin päivällä takaiskuventtiin.

Viikko 2

maanantai 6.3.2023

Toinen työviikko alkoi putkiston kannakkeiden suunnittelemisella.

Säiliön jaloissa on punnitusanturit, joiden päällä koko säiliö seisoo. Anturit punnitsevat säiliössä olevan siemenraskin määrää silloin kun sitä annostellaan säiliöstä eteenpäin. Punnitusanturit ovat todella herkkiä ylimääräisille liikkeille ja tärähtelyille. Tämän takia putkisto eristetään säiliöstä joustavilla putkiyhteillä. Yhteet ottavat vastaan ylimääräisiä tärinöitä ja värähdyksiä, jotta punnitusantureihin kantautuisi mahdollisimman vähän häiriöitä. Kannakkeiden paikat olivat tärkeitä putkistossa, koska putkea ei voida kannakoida vaa'an puolelta lattiaan, koska silloin joustavien putkiyhteiden tarkoitus menisi hukkaan ja punnitusantureihin tulisi häiriöitä.

Putkisto ei paina paljoa ja se kulkee todella lähellä lattiaa, joten kannakkeille ei ollut paljoa tilaa korkeussuunnassa. Suunnittelin mahdollisimman hygieeniset kannattimet ja sijoitin ne muutamiin eri kohtiin putkistossa.

Illtapäivästä ehdin vielä päivittelemään putkistojen piirustuksia. Piirustuksiin piti lisätä huomiointimerkintä, joissa kerrotaan, että putket mitoitetaan sopiviksi paikan päällä. Ilmoitus lisättiin sen takia, koska osa putkistosta täytyy hitsata asennuksen yhteydessä. Osaluettelosta löytyy putkille tarkat mitat, jotka päivittyvät automaattisesti mallin puolelta aina kun putken pituutta tai kokoa muutetaan. Tässä projektissa tarkat mitat auttavat materiaalin tilauksessa, mutta putkiston valmistajille mitat ovat vain suuntaa antavia.

keskiviikko 8.3.2023

Olin saanut sähköpostin projektijohdolta muutamasta muutoksesta, jotka koskivat raskisäiliön putkistoja. Läppäventtiilin huuhteluputkistoon lisättiin palloventtiili, jotta asiakas voisi kiinnittää oman vesiletkunsä halutessaan. Samalla viemäriputkiston joustavaa yhdettä siirrettiin, jotta saatiin tilanvaraus viemäriventtiilille, jos asiakas haluaisi joskus lisätä sellaisen putkistoon. Viemäriventtiilin avulla säiliö voitaisiin tyhjentää painovoiman avulla. Poistelin myös muutamia ylimääräisiä mutkia putkista, jotka pääsuunnittelija oli huomannut. Olin ilmeisesti ajatuksissani jättänyt huomioimatta ylimääräiset mutkat. Näiden muutoksien tekemisessä menikin koko päivä, koska jokaiseen osaan putkistossa, johon oli tullut mittamuutoksia, niiden piirustus piti päivittää. Muutama osa tuli myös lisää, joten ne täytyi merkata kokoonpanojen valmistuspiirustuksiin. Jokaisessa piirustuksessa, jossa on useampi kuin yksi osa, näissä osat merkitään osapalloilla. Osapalloissa on aina sama numero, joka näkyy osaluettelossa. Osaluettelossa taas vuorostaan näkyy osan nimi ja mahdollisesti jotain muita tietoja osasta, kuten putkien tapauksessa pituus tai leikkauskulmat. Tämä helpottaa todella paljon henkilöä, joka lukee piirustusta.

torstai 9.3.2023

Aloitin työpäivän sillä, että katsoimme pääsuunnittelijan kanssa projektiin liittyvä malleja ja piirustuksia, ja että onko niissä jotain puutteita tai muutettavaa. Muutama pieni virhe löytyi ja korjailin ne saman tien. Lähetin myös valmistuspiirustuksista PDF-kuvat projektipäällikölle tarkistukseen.

Dosetecilla käytetyssä PDM-järjestelmässä on mallien/valmistuspiirustusten hyväksyntä- ja revisiointi ominaisuudet. Kun malli ja sen valmistuspiirustukset ovat suunnittelun puolesta valmiit, niiden tila muutetaan hyväksytyksi PDM-järjestelmässä. Jos ja kun hyväksytyihin malleihin tai piirustuksiin täytyy tehdä muutoksia, niistä tehdään aina uusi revisio, josta tulee automaattisesti merkintä piirustuksen otsikkotaulun alareunaan. Hyväksytystä mallista voi myös ottaa kopion ja muokata sitä. Kopioinnin yhteydessä mallin revisiomerkitä häviää ja sille tulee uusi piirustusnumero. Kun uusi malli on valmis ja siitä on tehty valmistuspiirustus, se täytyy taas hyväksyä. Revisioinnissa tehdyt muutokset kirjataan aina muistiin PDM-järjestelmään, kun tila taas muutetaan uudestaan hyväksytyksi. Tämä auttaa pitämään muut suunnittelijat ajan tasalla, kun kommentit kertovat kuka on muuttanut mallia/piirustuksia, mitä ja milloin niille on tehty.

Kun olin saanut raskipumppu-projektin virheet korjattua, sain toiseksi projektiä korjaila ison leipomon annostelujärjestelmän layout-mallia. Korjauksissa piti siirtää muutamien komponenttien paikkaa. Komponentit oli siis laitettu asennuksen yhteydessä toiseen paikkaan, vaikka piirustukset kertoivat toisin. Esimerkiksi sähkökaapit olivat laitettu toiselle

seinustalle, koska sillä oli säästetty kaapelia. Putkistot oli myös tehty hieman eri lailla putken säästämisen vuoksi. Tänään kerkesin kuitenkin vain siirtämään layoutissa olevat sähkökaapit ja lisäksi kompressorien väleihin ylimääräistä tilaa. Huomenna aloitan putkistojen muokkauksen.

perjantai 10.3.2023

Aamusta aloitin putkiston mallien muuttamisen sen näköiseksi, kuin ne ovat oikeasti tehty. Asentajat ottavat aina paljon kuvia, kun uusia laitteistoja asennetaan paikalleen ja kun niihin tehdään putkistoja. Nämä kuvat aina siirretään kaikkien nähtäväksi serverille, josta löytyy kaikki muutkin projektiin liittyvät tiedot. Nämä kuvat helpottivat minua todella paljon kyseisessä tehtävässä ja putkistoista olikin otettu paljon kuvia, koska tiedettiin, että ne tullaan muuttamaan malleihin jälkepäin. Tässä vaiheessa, kun projekti on oikeasti tehty ja laitteistot toimivat, putkisto mallien ja muutoksien ei tarvitse olla aivan täsmälleen mittatarkkoja, mutta ne tehdään niin tarkoiksi, kun kuvista pystyy tulkitsemaan. Tämä putkistojen muokkaaminen on aikaa vievää hommaa, koska layout-mallissa on kymmeniä tuhansia komponentteja ja tämä vaatii tietokoneelta myös paljon. Yksi SolidWorks-ohjelmiston huonoista puolista on sen epävakaus ja sen kaatumisongelmat. Tämän takia muutosten tallentaminen on suotavaa, aina tasaisin väliajoin. Isojen layout-mallien pelkkä tallentaminen saattaa viedä kymmenestä sekunnista minuutteihin, joten pelkkä tallentaminenkin vie paljon aikaa kokonaisesta päivästä. Sain kylläkin muutamien putkien mallit päivän aikana muutettua, mutta putkistojen muokkaus jatkuu maanantaina.

Viikko 3

maanantai 13.3.2023

Maanantaista sähköpostiin olikin tullut viesti projektijohdolta, että raskipumppu-projektin huuhteluputkistoa muutetaan vielä hieman. Huuhteluputkistoon lisättiin clamp-liitokset, jotta siinä olevat vinoistukkaventtiilit voitaisiin vaihtaa jokainen yksittäisinä, jos tarve niin vaatisi. Samalla clamp-liitokset helpottavat huomattavasti venttiilien vaihtoa, koska ilman niitä putkisto jouduttaisiin hitsaamaan uudestaan kasaan. Putkistossa ollut joustava letku vaihdettiin myös toisenlaiseen. Tästä letkusta täytyi myös tehdä uusi malli ja täyttää sille ERP-tiedot. Putkistoa täytyi myös hieman lyhentää, koska uusi letku oli 300 mm pitkä ja vanha letku oli 150 mm pitkä. Luonnollisesti valmistuspiirustukset täytyi myös päivittää, koska mitat muutuivat, kun osia muutettiin.

keskiviikko 15.3.2023

Tänään aamusta täytyi vielä muuttaa kerran raskipumppu-projektissa olevaa huuhteluputkistoa. Tällä kertaa vaihdoin huuhteluputkiston putkiosat ja putket meijeriputkiksi, koska muissakin projektin liittyvissä putkistoissa on käytetty meijeriputkea. Meijeriputki on parempilaatuisia kuin normaali prosessiputki. Meijeriputken sisäpinta on hiottu sileäksi, jotta se olisi hygieenisempi kuin prosessiputki, jossa hitsisauma on ns. painettu kasaan. Tekemäksäni vesiputkistossa olisi voitu käyttää kumpaa vain putkimallia, mutta päätettiin tehdä kaikki samanmallisesta putkesta.

torstai 16.3.2023

Pääsin vihdoin hyväksymään kaikki raskipumppu-projektin valmistuspiirustukset. Do-setecilla PDM-järjestelmä toimii niin, että kun kuvat hyväksytään, projektijohto välittää valmistuskuvat asentajille ja tilailee myös projektin puuttuvat osat. Kun valmistuspiirustus hyväksytään se saa automaattisesti revisionumeron, joka alkaa A kirjaimesta. Jos malliin/piirustukseen täytyy hyväksynnän jälkeen tehdä joitakin muutoksia, sen tila muutetaan PDM-järjestelmässä "Muutostilassa" tilaan. Kun muutokset on saatu tehtyä, kuva hyväksytään uudestaan, jolloin se saa automaattisesti uuden revisiotunnuksen, joka on aakkosista aina seuraava. Revisioinnissa on myös todella tärkeää, että kirjataan ylös mitä muutoksia on tehty. Piirustukseen tulee myös kirjata muutamalla sanalla mitä muutoksia on tehty.

Kun olin saanut kuvat hyväksytyä, sain uuden projektin, vaikka minulla oli vielä annostelujärjestelmän layout-mallin putkistojen korjailu kesken. Layout mallin putkistoiden korjailulla ei ollut kiire, joten teen sitä sitten kun on paremmin aikaa. Uusi projekti oli tarjousmallin- ja piirustuksen tekeminen, eli tehtävänä oli mallintaa layout-malli uudesta annostelujärjestelmästä, joka voidaan lähettää asiakkaalle kaupantekovaiheessa. Tarjousmallien- ja piirustuksien tekeminen on vähän erilaista, koska niiden ei tarvitse olla tarkkoja malleja, jossa on kaikki pienimmätkin pultit ja mutterit. Tarkkuuden tarvitsee olla sellaista, että asiakas helposti ymmärtää mitä olisi ostamassa.

Kerkesin hieman tutustumaan laitteiden malleihin, mitkä tulevat kyseiseen layout-malliin. Sain myös tehtyä rakennuksen layout pohjan ja mitoitettua sen alustavasti vastaamaan asiakkaan tiloja. Tähän rakennuksen pohjaan alan keräämään tarvittavia malleja.

perjantai 17.3.2023

Viikon viimeinen päivä lähti käyntiin tarjousmallin tekemisellä. Rakennuksen mallintamisessa ei kestänyt kauaa, koska se on vain nopeasti pursotettu palikkamalli, jossa päämitat pitävät paikkaansa. Minulla oli jo valmiiksi tehdyt mallit muista annostelujärjestelmän osista. Koko järjestelmään kuului kaksi eri kokoista pienkomponenttiasemaa, kaksi

suursäkkiasemaa, neljä nesteannosteluasemaa ja kaksi suppilovaakaa. Näistä keräilen valmiit mallit PDM-järjestelmästä ja teen kokoonpanon, johon ne sijoiteltiin rakennukseen oikeille paikoilleen. Myyntiorganisaatio oli laatinut mallikuvan paperille, jossa asemat olivat 1:50 mittakaavassa ja ne voitiin mitata kuvasta viivoittimella, jotta saataisiin ne SolidWorks-ohjelmassa taas 1:1 mittakaavaan.

Toiselle pienkomponenttiasemalle tuli myös hoitotaso, ja tämä täytyi mallintaa. Hoitotason mallintamisessa minulla meni jonkin aikaa, koska halusin tehdä siitä osittain automatisoidun mallin, jota voisin mahdollisesti käyttää uudelleen toisissa tarjousmalleissa. Mallinsin tason niin, että kun mittoja muuttaa, sen muut mitat seuraavat perässä ja hoitotasossa oleviin portaisiin tulee lisää tai häviää askelmia, sen mukaan kuinka korkea taso on. Tason mallintamisessa kuluikin loppupäivä.

Viikko 4

maanantai 20.3.2023

Maanantai aamusta jatkoin tarjouskokoonpanon tekemistä ja sain sen aika nopeasti loppuun, koska minun ei tarvinnut mallintaa kaikkia laitteiden malleja. Tämän jälkeen rupesin tekemään tarjouspiirustusta mallista. Tarjouspiirustuksissa on hyvä näkyä niin sanotusti mieluummin ”liikaa” kuin ”liian vähän” mittoja, tietysti niin, että kuvasta ei tule epäselvä. Tein kuvan niin, että otin kokonaisuudesta yläpuolelta kuvannon ja tästä kuvannosta jokaisesta asemasta erikseen leikkauskuvannon, jolloin pääsin mitoittamaan kaiken tarpeellisen ja kokonaisuudesta ei tullut epäselvä. Lopuksi kun sain piirustuksen ja mallin tehtyä, muutin niiden tilan PDM-järjestelmässä ”alustava”-tilaan. Tulostin kuvan PDF ja DWG muotoon ja lähetin tarkistukseen myyntiorganisaatiolle.

Alustava-tila on olemassa alustavassa vaiheessa oleville malleille ja piirustuksille, joita voidaan tarkastuttaa myyntiorganisaatiolla, projektijohdolla tai asiakkaalla. Samalla alustavatilaa käytetään tarjousmalleissa- ja piirustuksissa. Se toimii samanlailla kuin revisiointi, mutta revisio kirjaimen tilalla on numero. Numeroja vertaamalla nähdään mikä on viimeisin versio mallista tai piirustuksesta.

keskiviikko 22.3.2023

Myyntiorganisaatio oli saanut tiistaina lisätietoja asiakkaalta. Asiakas oli myös lähettänyt 1:1 layoutmallin heidän rakennuksestaan DWG-muodossa, johon asiakas halusi mallit oikealle paikoilleen yläpuolelta kuvattuna. Tämä on todella hyvä tapa tarkistella koko järjestelmän kokoa. Asemien järjestystä myös muutettiin hieman ja kaikkia malleja siirrettiin pois päin seinistä. Uudesta DWG layout-mallista tuli myös ilmi, että seinässä on myös muutama ovi, jotka tietenkin täytyvät ottaa huomioon. Toinen ovi oli normaali kulkuovi ja toinen taas

isompi trukille ja muille kulkuvälineille tarkoitettu ovi, jossa on luultavasti ylöspäin nouseva nosto-ovi. Nämä täytyi mallintaa myös maanantaina tekemääni rakennuksen 3D-malliin.

Asemien järjestyksen muutoksen takia jouduin tekemään piirustuksen oikeastaan kokonaan alusta, koska muutokset olivat niin mittavia, että kaikki piirustuksen mitat räjähtivät. Yritin tehdä uuden piirustuksen hieman eri lailla, jotta siitä tulisi vähän kevyempi SolidWorks-ohjelmalle. Loppupäivästä pääsin käyttämään hieman DraftSight-ohjelmaa asiakkaan rakennuksen layout-mallin parissa. Tällä ohjelmalla avaamme ja muokkaamme DWG-kuvia.

torstai 23.3.2023

Torstai lähti käyntiin piirtämällä DWG piirustusta asiakkaan layoutista. DraftSight-ohjelman käyttäminen on itselle todella hidasta, koska en ollut käyttänyt koskaan aiemmin kyseistä ohjelmaa, ja koulussa käytiin vain pintaraapaisu 2D CAD-mallinnusohjelmista. Asiakas halusi myös DWG-piirustukseen projektiot jokaisesta laitteistosta edestä ja sivulta ja niihin päämitat näkyviin. Projektoiden alapuolelle lisättiin myös teksti, jossa kerrottiin mikä laite tai laitteisto on kyseessä. Projektiot laitteistoista oli suhteellisen helppo kopioida jo aiemmin tehdyistä DWG-piirustuksista. Dosetecilla kuvien tulostus toimii niin, että aina kun piirustukset hyväksytään PDM-järjestelmässä, tällöin kuvasta tulostuu PDF- ja DWG-piirustukset, jotka tallentuvat suoraan omiin kansioihinsa.

Löysin tarjousmalliin lisätyistä laitteistoista toisen suunnittelijan tekemät DWG-piirustukset, josta sain hyvin kopioitua suoraan kuvannot ja mitat. Sain tehtyä tarjousmallista tarvittavat PDF- ja DWG-piirustukset juuri ennen työpäiväni loppua ja sain lähetettyä myyntiorganisaatiolle jälleen tarkistettavaksi.

perjantai 24.3.2023

Tänään töihin päästyäni avasin sähköpostini ja myyntiorganisaatiosta oli tullut seuraavat muutostoiveet tarjousmalliin liittyen. Tilaa, jossa laitteistot olivat, pienennettiin sivuttaisuunnassa 8 metristä 7 metriin ja saatiin lopullinen varmistus tilan koosta. Tila tulitisiin rakentamaan laitteiston ympärille laitteiston asennuksen yhteydessä. Mallinsin seinät laitteiston ympärille niin, että tilan kooksi tuli 16 m x 7 m. Myös kahden pienkomponenttiaseman paikkaa muutettiin päikseen.

Nämä muutokset tietysti "räjäyttivät" piirustuksen taas kokonaan. Silloin kun mallia muokataan paljon eli komponentteja käännetään mallissa tai niiden tilalle tulee toinen komponentti, tällöin piirustus räjähtää ja siinä olevat mitat irtoavat niille tarkoitetuista reunoista. Mitat täytyy laittaa uudestaan paikoilleen tai pahimmassa tapauksessa projektioita joutuu muuttamaan. Tässä tapauksessa piirustuksessa olevat mitat täytyi taas laittaa uudestaan

paikoilleen. Näistä jokaisesta kerrasta, kun olen päivittänyt mallia ja piirustuksia, ne revisoidaan numeroilla. Ja aina kun esimerkiksi asiakas tai myyntiorganisaatio haluaa jotain muutosta malleihin, tehdään malleista ja piirustuksesta uusi revisio, joka tässä tapauksessa on numero. Kun olin saanut taas uudet PDF- ja DWG kuvat tehtyä, lähetin ne taas myyntiorganisaatiolle.

Viikko 5

maanantai 27.3.2023

Viikko alkoi taas tarjousmallin- ja piirustusten päivittelyllä. Myyntiorganisaatio oli huomannut, että tila missä laitteisto on, on sen verran ahdas, että trukilla on vaikeaa kääntyä 90 astetta, jos halutaan viedä tavaraa sillä isommalle pienkomponenttiasemalle. Tilanpuutteen takia pienkomponenttiasemaa käännettiin 90 astetta. Pienkomponenttiaseman hoitotason rappuset täytyi samalla kääntää, jotta niihin edes pääsisi kävelemään. Hoitotaso on sen verran korkea, että siinä on kaiteet. Kaiteiden keskikohtaan mallinnettiin portti, jotta trukilla voitaisiin lastata irtosäkkejä hoitotasolle. Irtosäkeistä kaadettaisiin materiaalit käsin pienkomponenttiasemiin. Yleensä irtosäkeissä on erilaisia lisäaineita, jauhoja, rouheita tai siemeniä.

Layout-mallin muutokset taas räjäyttivät piirustuksen ja se täytyi tehdä kokonaan uusiksi. Sain taas juuri ja juuri kaikki päivältä tehtyä, ennen kuin työaikani loppui.

Keskiviikko 29.3.2023

Tarjousmalliin- ja piirustuksiin tehdyt muutokset hyväksyttiin ainakin toistaiseksi, joten pääsin taas jatkamaan aiemmin tehtyä leipomon as-built mallien- ja piirustuksien tekemistä. As-built piirustus tarkoittaa piirustuksen päivytystä vastaamaan todellista laitetta tai laitteistoa.

Olin saanut putkistojen mallintamisen noin puoleen väliin viimeksi kuin niitä muokkasin. Sain kaikki loputkin putkistojen mallit ja piirustukset muutettua melko nopeasti, koska loppuissa putkistoissa ei ollut niin paljon muutettavaa. Layout-malli on kylläkin todella raskas tietokoneelleni ja aikaa kuluu todella paljon edelleen vain odotteluun.

Lopuksi pääsuunnittelija tarkasti as-built mallit- ja piirustukset läpi, että ne olivat valmiina hyväksyttäväksi. Kuvista ei löytynyt virheitä ja sain hyväksyä uudet revisiot PDM- ja ERP-järjestelmään. Siirsin uusimmat piirustukset myös serverille, jossa jokaisella projektilla on oma kansio. Projektien omissa kansioissa on kaikenlaista tietoa projektista, kuten esimerkiksi teknisiä dokumentteja komponenteista, uusimmat revisiot piirustuksista ja paljon muuta. As-built piirustukset piti myös lähettää asiakkaalle, joten laitoin ne eteenpäin projektijohtajalle, josta ne hoidetaan eteenpäin.

torstai 30.3.2023

Sain eilen leipomon as-built mallit- ja piirustukset tehtyä, eikä työjonossa ollut enää mitään. Sain aamusta uuden projektin itselleni. Projektina oli tehdä pienoismallien 3D-mallit SolidWorks-ohjelmalla. Näitä pienoismalleja käytettäisiin messuilla näytillä ja ne auttaisivat asiakkaita havainnoimaan hieman millaisia erilaisia laitteistoja Dosetec tarjoaa asiakkailleen.

Tällä hetkellä alustavana ajatuksena mallit tulisi olemaan metri kertaa metri alustalla, ja malleja olisi siiloista, suursäkkiasemasta, pienkomponenttiasemasta sekä taikinasekoittajasta. Mallit olisivat 1:20 mittakaavassa, joka tarkoittaa sitä, että 10 metrinen siilo kutistuisi puolimetriseksi. Kun mallit tehdään 1:20 mittakaavassa, se aiheuttaa hieman haastetta myös mallintamisessa, koska 3D-tulostus rajoittaa minimiseinämäpaksuuden noin 0,8–1,5 mm riippuen tulostustekniikasta. Joten minimiseinämäpaksuus malleissa olisi 20 mm. Mallit tehdään SolidWorks-ohjelmassa 1:1, mutta lopuksi ne skaalattaisiin 1:20 mittakaavaan.

Päivän aikana kerkesin tutustumaan erilaisiin vaihtoehtoihin, josta ottaisin mallia tämän projektin 3D-malleihin. Päätin aloittaa mallintamisen siiloista ja sain siilon karkean ulkomuodon tehtyä. Huomenna täytyy mietiskellä, ja mallintaa mahdollisimman paljon yksityiskohtia siiloon, jotka voitaisiin oikeasti tulostaa 3D-tulostimella.

perjantai 31.3.2023

Aamusta jatkoin siilon pienoismallin tekoa. Vuorossa oli siilon kannen mallintaminen. Siilohen kanteen haluttiin näkyviin suodatinkotelo, miesluukku, rähähdysluukku, pinnanmittausanturi ja ylipainesuoja. Sain pääsuunnittelijalta vakioidun Master 3D-mallin siilon kannesta, joten pystyin kopioimaan siitä tärkeimmät yksityiskohdat ja mitat. Tulostetuissa malleissa mittojen ei tarvinnut olla aivan todellisia. Oikeastaan sain vapauden suunnitella mallit niin, että ne näyttävät vain mahdollisimman hyviltä. Yritän kylläkin tehdä niin paljon oikeilla mitoilla kuin vain pystyn. Siilon kanteen mallinnetaan myös kaiteet ja potkulistat. Jouduin paksumamaan kaiteiden komponenttien seinämiä aika paljonkin, jotta 3D-tulostin, saisi tulostettua tarvittavat muodot.

Ruokatauon jälkeen sain myyntiorganisaatiolta sähköpostin, jossa pyydettiin taas tarjouskuvaa. Kyseessä olisi projekti Suomen ulkopuolelle, jossa tarjottiin asiakkaalle suursäkkienpurkuasemaa, jossa on 3 suursäkkiä. Kyseinen tarjousmalli- ja piirustus eivät olleet kauan haastavia, joten sain ne vielä tehtyä parissa tunnissa ja lähetettyä takaisin myyntiorganisaatiolle ennen viikonloppua.

Viikko 6

maanantai 3.4.2023

Viikko alkoi jatkamalla siilon pienoismallin tekoa, mutta en kauaa ehtinyt mallintamaan sitä, kunnes projektijohdosta tuli ilmoitus, että raskipumppu-projektille minkä suunnittelun tein pari viikkoa sitten, piti saada asiakasdokumentaatio kuntoon. Mekaniikkapuolen tehtävänä asiakasdokumentaatioon liittyen on kerätä projektin kaikilta tärkeimmiltä osilta tekniset dokumentit eli datalehdet ja käyttöohjeet. Tällaisia komponentteja ovat esimerkiksi moottorit, vaihteet, venttiilit, pumput jne. Komponenttien valmistajien nettisivuilta löytyvät usein tarvittavat tekniset dokumentit ja käyttöohjeet PDF-dokumentteina. Nämä dokumentit siirretään serverillä olevaan projektikansioon ja lopulta ne lähetetään sieltä asiakkaalle. Erilaiset sertifikaatit ovat myös yksi osa asiakasdokumentaatiota, jos sellaisia sattuu projektiin kuulumaan.

Teknisten dokumenttien ja käyttöohjeiden lisäämisen jälkeen pääsin päivittämään laiteluetteloa. Tämä oli alkuunsa todella sekavan oloista, koska en ollut ennen edes nähnyt minikäänlaista laiteluetteloa. Laiteluettelossa on projektin kaikki komponentit ja niillä on omat positiot. Laiteluetteloon merkitään komponenttien toiminta, nimi, tilauskoodi, projektinnumero, määrä, toimittaja ja positiotunnus. Komponenttien positiot saadaan selville prosessikaaviosta, joka laaditaan tyypillisesti ennen kuin mekaniikkapuolella aloitetaan projektin suunnittelu.

tiistai 4.4.2023

Eilen en saanut laiteluetteloa täysin valmiiksi, joten jatkoin hieman sen tekemistä vielä aamusta. Laiteluetteloon piti myös merkata muutama vanha osa. Vanhat osat siis käytetään uudelleen uudessa pumpussa. Osat liittyivät uuden sinimuotoisen lohkoroottoripumpun tiivisteeseen huuhteluun. Osat olivat vinoiskuttaventtiili ja magneettiventtiili. Projektijohto sai kivettyä järjestelmästä vanhat laskut komponenteista, josta nähtiin, osien tarvittavat tiedot. Sain laiteluettelon tehtyä tältä osin ja sitä täydennellään tarpeen tullen.

Sinimuotoinen lohkoroottoripumppu

Sinimuotoisen pumpun roottorissa olevat lehdet muodostavat neljä samankokoista kammiota pumpun sisällä. Roottorin pyöriessä pumpun sisällä, fluidi imeytyy imupuolen läpi kumpaankin kammioon. Kun roottori pyörii taas eteenpäin, kammio supistuu ja sulkeutuu kokonaan ja lopulta fluidi purkautuu kammioista eteenpäin pakopuolen kautta. Samalla kuin pumppu purkaa fluidia imupuolella oleva kammio avautuu ja täyttyy fluidilla. Tämän prosessin tuloksena on tasainen virtaus ilman pulsaatiota.

Roottorin lehdet toimivat tiivisteenä pumpun sisääntulon ja ulostulon puolien välillä. Estäen paineen tasaantumisen ja estäen fluidin karkaamisen korkeapaineisesta ulostulosta matalapaineiseen imupuoleen. Pumpun roottori pyörii kahden vaihdettavan vuorauksen sisällä. Nämä vuoraukset varmistavat, ettei pumppurunko tai sen kansi pääse kulumaan. (Watson-Marlow Fluid Technology Group 2017, 2.)

Loppupäivän jatkoin pienoismallien 3D-mallien tekemistä, ja nyt oli vuorossa tikkaiden mallintaminen. Tikkaiden mallissa jouduin suurentamaan levyosien mittoja aika paljon, jotta 3D-tulostin voisi tulostaa ne. Päätin myös mallintaa tikkaat kolmessa eri osassa, jotta ne voitaisiin mahdollisesti tulostaa erikseen. Lopussa osat voitaisiin liimata toisiinsa. Tikkaiden osiin kuului itse tikkaat, kiinnikkeet siiloon ja selkäsuoja.

keskiviikko 5.4.2023

Aamusta jatkoin vielä jonkin aikaa tikkaiden 3D-mallien viimeistelemistä. Alustavana ajatuksena on, että siilon malleja tulostettaisiin 4 kappaletta ja ne yhdistettäisiin toisiinsa kulkusilloilla, jotka tulevat siilojen kannelle. Tein kulkusiltojen mallit niin, että ne voitaisiin myös liimata kiinni tai jättää irrallisiksi.

Projektijohdosta tuli pyyntö, että saisiko yhteen siiloista sisänäkömän, jossa näkyy siilon tyhjennyssuppilo ja lokerosyötin. Mallinsin yhden siilon kylkeen katselureiän, jotta sain samalla mallinnettua suppilon. Lokerosyöttimen mallin sain kopioitua suoraan vanhasta projektista. Täytin lokerosyöttimen 3D-mallista sisustan, jotta 3D-tulostimen ei tarvitse tehdä ylimääräistä työtä.

torstai 6.4.2023

Heti aamusta tein kaikista neljästä siilosta kokoonpanon, jossa näkyi siilot, tikkaat, kulkusillat ja siilo, jossa oli katselureikä. Lähetin projektijohdolle tarkistukseen kokoonpanomallin eDrawings-tiedostona. Tämän jälkeen aloitin säiliövaa'an 3D-mallin tekemisen. Tutkiskelin jonkin aikaa 3D-mallia, josta kopioisin omani ja mietin mitä mittoja täytyisi muuttaa isommiksi ja mitkä pienoismallin osat mahdollisesti tulostettaisiin erikseen.

Sain säiliövaa'an säiliöstä pelkistetyn 3D-mallin tehtyä loppupäivän aikana, mutta siihen täytyi vielä lisätä vielä jonkin verran yksityiskohtia.

Viikko 7

keskiviikko 12.4.2023

Jatkoin aamusta säiliövaan yksityiskohtien tekemistä. Säiliöön täytyi mallintaa huolto-luokku kahvoineen ja kehä säiliön ympärille, joka on oikeassa säiliössä kalibrointipainoja varten. Sain kuitenkin pienen välihomman, joka meni pienoismallien edelle. Tehtävänä oli valmistaa akselin päähän kiinnitettävä tunnistuslevy anturia varten.

Kun induktiivinen anturi havaitsi akselin pään ja lähetti signaalin takaisin logiikalle, jotta moottori pysähtyisi. Moottori jatkoi kuitenkin pyörimistä vielä vähän pysähtymissignaalin jälkeen pienen viiveen takia. Kun moottorin pyörintäliike loppui, akselin pää ei ollut enää anturin kohdalla. Tämä ei haitannut muuten laitteen toimintaa, mutta logiikkaan huijattiin tällä tunnistuslevyllä. Esimerkiksi jos laite pysähtyy toiminnan aikana ja se käynnistetään uudelleen, anturitiedot nollautuvat ja ilman tunnistuslevyä logiikka ei ymmärtäisi akselin paikkaa. Loppupäivä menikin tunnistuslevyn valmistuspiirustuksien tekemisellä.

torstai 13.4.2023

Viimeistelin aamusta tunnistuslevyn mallin ja piirustuksen ja hyväksyin ne, jotta se saatiin mahdollisimman nopeasti valmistukseen. Samalla kun tein kyseiseen projektiin muutoksia, sain myös tehdä as-built mallin ja piirustuksen induktiivisten antureiden kiinnityslevystä. Asentajat olivat joutuneet muuttamaan levyä hieman alkuperäisestä mallista, jotta se sopi paikoilleen. Kävin mittailmassa levyn työntömitan kanssa. Mallinsin levyn ja tein siitä valmistuspiirustukset tulevaisuutta varten, jos levyä haluttaisiin käyttää uudelleen jossain tulevassa projektissa.

Projektissa oli myös käytetty yhden akselin päässä vasenkätistä M20x1.5 mutteria, mutta siitä ei ollut oikeaa mallia PDM-järjestelmässä, eikä sille ollut omaa nimikettä ERP-järjestelmässä. Löysin Würthin verkkokaupasta sopivan mutterin ja tein nimikkeen ERP-järjestelmään. Tein myös 3D-mallin mutterille PDM-järjestelmään tulevaisuutta varten. Tämän jälkeen lisäsin tekemäni osat kokoonpanoon ja revisioin valmistuspiirustuksen uudestaan.

perjantai 14.4.2023

Aamusta jatkoin taas säiliövaan yksityiskohtien tekemistä, kunnes sain taas uuden työtehtävän. Työtehtävänä oli lisätä pölynpoistoyksikkö tarjouskuvaan, jota olin tehnyt viimeksi keskiviikkona 29.3.2023. Pölynpoistoyksikkö oli tarkoitettu toiselle suursäkkiasemalle ja se sijoitettiin suursäkkiaseman viereen. Pölynpoistoyksikön takia pienkomponenttiaseman huoltotason rappusia jouduttiin myös kääntämään taas 90 astetta sivulle. Pölynpoistoyksiköllä oli jo valmis malli, jonka vain sijoitin kokoonpanossa oikealle paikalle. Lopuksi päivitin

taas piirustukset ja lähetin ne eteenpäin myyntiorganisaatiolle. Näissä muutoksissa menikin koko päivä, koska kokoonpano ja sen piirustus ovat jo todella raskaita.

Viikko 8

maanantai 17.4.2023

Projektijohdolta oli tullut sähköposti liittyen siilojen pienoismalleihin. Pyyntönä oli, että siilon pudotussuppilo jakautuisi kahdelle eri lokerosyöttimelle yhden sijasta. Tein suppilosta jakautuvan ja lisäsin toisen lokerosyötin mallin kokoonpanoon. Tein samalla uuden eDrawings-mallin ja lähetin sen projektijohdolle tarkistukseen.

Jatkoin säiliövaa'an yksityiskohtien mallintamista ja viimeisenä vuorossa oli säiliön pohjaan tuleva läppäventtiili, jonka mallin sain tehtyä nopeasti. Seuraavaksi aloin miettimään millä saisin tehtyä säiliövaa'an rungon mahdollisimman helposti. Päädyin siihen, että mallinnan rungon SolidWorks-ohjelman omalla structural member-työkalulla. Minun täytyi luoda putkipalkeista omat mallit. SolidWorks-ohjelman omat putkipalkkimallit ovat tietysti samanlaisia kuin oikeatkin putkipalkit eli sisältä onttoja ja niiden koko ja seinämäpaksuus vaihtelee. Minun mallini täytyvät olla ulkomitoiltaan samat mutta sisältä umpinaisia tulostusta varten. Yritin tehdä omasta putkipalkkimallista konfiguroitavaa, mutta en saanut sitä toimimaan vielä tänään. Jatkan mallin vianselvitystä keskiviikkona.

keskiviikko 19.4.2023

Rupesin heti aamusta selvittämään pääsuunnittelijan kanssa, mikä minun tekemässä putkipalkkimallissa oli pielessä. Selvittelyn jälkeen huomattiin, että tiedostorakenne on todella tärkeää, jotta SolidWorks osaa lukea profiilin oikein. SolidWorks lukee kansiot niin, että ensimmäinen on palkkiprofiilin standardi, toinen kansio on palkkiprofiilin tyyppi ja kolmas kansio on palkkiprofiilin koko. Jos putkipalkkimallista tekee konfiguroidun, viimeinen kansiorakenne jää ikään kuin pois kokonaan. Ratkaisu ongelmaamme oli siirtää palkkiprofiilin tiedosto yhtä tasoa ylemmälle. Tämän jälkeen palkkiprofiilin konfiguraatiot toimivat mainiosti.

Loppupäivän teinkin runkoa säiliövaa'alle. Tämä ei tuottanut ongelmia, koska minulla oli mallirunko, josta pystyin kopioimaan ulkonäön. Tietenkin mitat muuttuivat hieman ja yritin tehdä malleista sellaiset, että niitä olisi mahdollisimman helppo muuttaa tarpeen tullen.

torstai 20.4.2023

Sain eilen rungon todella hyvälle mallille ja tänään se täytyi vielä viimeistellä. Kun olin saanut viimeistelyä säiliövaa'an rungon, pääsin mallintamaan muutamia oheislaitteita, jotka kuuluivat säiliövaakaan. Oheislaitteet olivat tärymoottori, paineilmavasara, läppäventtiilin toimilaite ja jakolaite. Tässä vaiheessa ei vielä tarkalleen tiedetä, miten mallit oikeasti

tulostetaan, mutta ensiviikolla pidämme palaverin 3D-tulostus yrityksen kanssa, jotta saadaan selville, miten mallit voidaan tulostaa. Tällä hetkellä kaikki pienoismallit on tehty niin, että ne tulostettaisiin suurimmaksi osaksi kokonaisina, lukuun ottamatta aiemmin tehtyjä siilojen tikkaita. Koko päivä kuluikin oheislaitteita mallintaessa, ja mallinnettavaa jäi vielä huomisellekin.

perjantai 21.4.2023

Jatkoin oheislaitteiden mallintamista ja sain eilen mallinnetut osat viimeistelyä tänä aamuna. Säilövaa'an alapuolelle tulee taikinasekoittimet. Sekoittimet tulevat säiliön oikealle ja vasemmalle puolelle, ja nämä täytyi myös mallintaa. Onneksi taikinasekoittimista löytyi valmis palikkamalli, jota voitaisiin käyttää muutaman muutoksen jälkeen. Taikinapadan alle täytyi mallintaa myös patavaunu.

Oikeassa laitteistossa patavaunu asetetaan taikinasekoittimeen, jolloin säiliövaaka voi anostella materiaalin jompaankumpaan sekoittajista. Tämän jälkeen taikinasekoitin sekoittaa padassa olevan taikinan ja sekoituksen jälkeen taikina voidaan siirtää vaunulla seuraavaan paikkaan.

Patavaunun mallintamisessa ei mennyt kauaa, koska sain kopioitua sen mallin aiemmin tehdystä projektista. Lopuksi vielä mallinsin yhteet jakolaitteelta taikinasekoittajille. Sain mallin melkein valmiiksi tänään, mutta viimeistelen sen maanantaina. Viimeistelyn jälkeen aloitan luultavasti suursäkki- ja pienkomponenttiaseman mallintamisen.

Viikko 9

maanantai 24.4.2023

Viikko lähti käyntiin säilövaa'an mallin viimeistelyllä. Sain mallin kokonaan viimeistelyä, tein siitä eDrawings-tiedoston ja lähetin sen näyttille projektijohdolle. Aloin suunnittelemaan miten mallintaisin suursäkki- ja pienkomponenttiaseman. Aikani mietittyäni aloin mallintamaan aseman runkoa, mutta huomasin, että aseman runkoon tulee myös suorakaide putkipalkkeja ja minulla ei ollut structural member-profiilia niistä. Ajattelin tehdä lisää konfiguraatioita samaan profiiliin minkä aiemmin tein. Tämä onnistuikin yllättävän helposti ja sain palkkiprofiilin toimimaan oikein.

Projektijohdosta tuli mukava sähköposti, jossa kerrottiin, että tekemäni malli säilövaa'asta ja taikinasekoittimista oli oikein hyvä. Jatkoin loppupäivän suursäkki- ja pienkomponenttiasemien rungon mallintamista. Sain mallinnettua rungon alaosan, mutta rungon yläosan mallintaminen jäi vielä keskiviikolle.

keskiviikko 26.4.2023

Aamusta jatkoin suursäkki- ja pienkomponenttiasemien rungon mallintamista, joka jäi miunulta maanantaina kesken. Runko koostui neljästä eri osasta, jotka olivat alarunko, sivurungot, takavahvike ja yläkehä. Tein näistä osista kokoonpanon ja sain rungon kokonaan valmiiksi. Rungon jälkeen aloin miettimään suursäkki- ja pienkomponenttiasemien paikkoja rungossa ja niiden kiinnityksiä runkoon.

Oikeassa laitteistossa pienkomponenttisäiliöt istuvat punnitusantureiden päällä, jotka ovat kiinnitetty runkoon, kun taas suursäkkien säiliöt on kiinnitetty runkoon metallilevykannakkeilla. Nämä metallilevykannakkeet ovat muotoiltu ulkomitoiltaan samanlaisiksi kuin anturit, koska ne toimivat samalla tilanvarauksena antureille, jos sellaiset halutaan joskus lisätä.

Sain vielä mallinnettua metallilevykannakkeet ja antureiden mallit, mutta nämä laitetaan säiliöiden kanssa samaan kokoonpanoon, joten aloitan säiliöiden mallintamista huomenna ja teen osista kokoonpanon.

torstai 27.4.2023

Aamusta aloin etsimään PDM-järjestelmästä sopivaa mallia pienkomponenttisäiliöille. Pääsuunnittelijalla oli hyvä valmis malli, jota ei tarvinnut muuttaa mitenkään. Tein kokoonpanon asemasta ja antureista, jonka jälkeen tein yhden välihomman.

Sain tehtäväkseni tehdä uuden konekilven pohjamallin. Konekilpi on pieni infokyltti, jossa on tietoja kyseistä laitteesta, kuten laitteen nimi, positio, valmistusvuosi ja valmistuskuvan numero. Konekilven teko oli helppo ja yksiselitteinen homma. Sain konekilven pohjan tehtyä muutamassa tunnissa. Loppupäivästä jatkoin suursäkkiasemien säiliöiden mallintamista. Nämä säiliöt olivat hieman erilaisia kuin pienkomponenttisäiliöt, joten otin kopion pienkomponenttisäiliöstä ja muokkaan siitä sopivan säiliön suursäkeille. Sain otettua hyvin mallia aiemmista projekteista, jossa oli samanlaisia säiliöitä, joten mallintaminen sujui sulavasti.

perjantai 28.4.2023

Jatkoin säiliöiden mallintamista hieman, kunnes sain kiireellisemmäksi projektiksi tarjouskuvan päivityksen.

Tarjouskuva oli taas sama mihin lisäsin pölynpoistoyksikön perjantaina 14.4.2023. Tällä kertaa mallia muutettiin niin, että asemia otettiin erilleen toisistaan sen verran, jotta niiden väliin jäisi noin 4000 mm tyhjää esimerkiksi trukkia ja muuta toimintaa varten. Samalla säiliövaan pudotusputken tilalle lisättiin ruuvikuljetin ja suursäkkiasemia lisättiin vielä yksi erillinen kappale muiden suursäkkiasemien viereen. Aloitin ruokailun jälkeen mallintamaan ruuvikuljetinta ja siinä kuluikin koko loppupäivä ja töitä jäi vielä ensiviikolle.

Viikko 10

tiistai 2.5.2023

Aamusta sain tehtyä ruuvikuljettimen mallin loppuun. Ruuvikuljettimen mallintamisen jälkeen levensin rakennuksen mallia hieman, jotta asemien väliin saatiin haluttu 4000 mm tyhjää tilaa. Iltapäivästä rupesin mallintamaan omassa rungossa olevaa suursäkinpurkuasemaa, joka lisättiin muiden suursäkkiasemien viereen. Syynä sille, miksi tämä asema tulee olemaan omassa rungossa, on ylärungon taipuma. Yhdessä rungossa voi olla maksimissaan 4 suursäkinpurkuasemaa. Onneksi PDM-järjestelmässä oli jo valmiiksi tehty kokonainen yksittäinen suursäkinpurkuasema, josta sain todella pienellä muokkauksella sopivan tähän tarjoukseen. Sain piirustusten päivityksen hyvälle mallille, mutta jatkan sen parissa vielä huomenna.

keskiviikko 3.5.2023

Päivittelin tarjousmallin- ja piirustuksen loppuun ja sain lähetettyä ne tarkistukseen myyntiorganisaatiolle. Piirustus tuli takaisin myynniltä, koska minulla oli käynyt virhe laitteiden nimeämisten kanssa. Säiliövaa'an säiliöosaa pienennettiin hieman pystysuunnassa, joten sen tilavuus tietenkin muuttui. Olin merkannut säiliövaa'an tilavuudeksi tietyn arvon, joka ei enää pitänyt paikkaansa. Virhe korjautui sillä, että otin piirustuksen teksteistä säiliövaakojen tilavuuden pois, koska ne eivät olleet niin oleellisia vielä tässä vaiheessa tarjousta. Lähetin piirustukset taas eteenpäin tarkistukseen ja tällä kertaa ne hyväksyttiin.

Loppupäivän jatkoinkin taas pienoismallien tekemistä. Sain laitettua suursäkki- ja pienkomponenttiasemat runkoon ja tein niistä kokoonpanon. Mallinsin myös suursäkin, joka oikeassa järjestelmässä roikkuu ylärungosta nosturin varassa ja säkeissä oleva materiaali valuu painovoimaisesti suursäkkiaseman säiliöön, josta materiaali annostellaan taas eteenpäin. Ennen työpäivän lopettelua, keräsin kaikki tähän mennessä tehdyt 3D-mallit SolidWorks-ohjelman Pack and go-työkalulla. Huomenna klo 9.00 pidämme palaverin yrityksen kanssa, jossa pienoismallit tulostettaisiin.

Pack and Go-työkalulla on mahdollista koota kaikista kokoonpanon malleista kopiot haluttuun sijaintiin. Työkalu mahdollistaa kopioiden tallentamisen tavalliseen kansioon ja osaa tarvittaessa luoda kansioista suoraan ZIP-tiedoston, mikäli tiedoston kokoa halutaan pienentää.

torstai 4.5.2023

Aamusta lähdimme ajelemaan kohti 3D-tulostus yritystä, koska palaveri pidettiin heidän tiloissaan. Samalla saimme pienen esittelyn heidän laitteistostaan. Esittely oli todella mielenkiintoista, koska en ollut ennen nähnyt isoja teollisuuskäyttöön tarkoitettuja 3D-tulostimia. Palaverissa ilmeni, että tulostimet pystyvät tulostamaan paljon tarkemmin mitä olimme ajatelleet. Olin mallintanut malleja hieman turhaan, koska tulostimet pystyivät tulostamaan pienoismallit suoraan oikeista projekteille tehdyistä malleista, ja yrityksen henkilökunta pystyi tekemään malleihin tarvittaessa muutoksia.

Iltapäivästä rupesin muokkaamaan pienoismalleja oikeista malleista. Ainoat muutokset, joita niihin täytyi tehdä, oli poistaa laitteiden sisällä olevat komponentit, koska ne olivat turhia ja ne eivät tietenkään näkyneet ulospäin. Loppupäivän pyörittelin säiliövaa'an mallia ja mietiskelin mitä haluttaisiin, että malliin jää näkyviin ja mitä poistetaan.

perjantai 5.5.2023

Päätin tehdä alustasta 3D-mallin, johon kasasin kaikki pienoismallit. Alustaa ei luultavasti voida 3D-tulostaa, koska alustavana ajatuksena oli, että se olisi 1000 mm x 1000 mm. Tosin alustaa mietitään tarkemmin vasta kun on saatu pienoismallit valmiiksi. Sain säiliövaa'an mallin tehtyä nopeasti, koska siinä ei ollut kauheasti osia, joita ei voisi tulostaa. Poistin säiliön sisältä muutamia turhia komponentteja, jotka ei tietenkään näkyisi pienoismallissa ja lisäsin myös hieman putkea yhteiden kohtiin, jotta putkisangat eivät jääneet tyhjiksi.

Kun olin saanut säiliövaa'an mallin tehtyä. Rupesin tekemään suursäkki- ja pienkomponenttiaseman mallia. Molempien asemien säiliöiden sisällä oli jonkin verran turhia komponentteja, jotka täytyi poistaa. Kun olin saanut molemmat asemat valmiiksi, vaihdoin suursäkin mallin omatekemään malliin, jonka tein aiemmin. Poistelin myös virransyöttökiskon mallista sähköjohdon. Ensiviikolle jäi vielä pienien osien poistoa, kuten kiila-ankkurit. Samalla joihinkin kohtiin täytyi lisätä putkia, jotta putkisangat eivät jää tyhjiksi.