

SUODATTIMIEN ESIKÄSITTELYLAITTEEN MEKANIIKAN SUUN- NITTELU

Petteri Kovapohja
Opinnäytetyö AMK
Syksy 2025
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK), konetekniikka
Koneautomaatio

Tekijä: Petteri Kovapohja
Opinnäytetyön otsikko: Suodattimien esikäsitteilylaitteen mekaniikan suunnittelu
Työn ohjaaja: Annukka Tyni
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: syksy 2025
Sivumäärä: 26 + 1 liite

Tämän opinnäytetyön aiheena on suodattimien esikäsitteilylaitteen mekaniikka-suunnittelu. Työn toimeksiantajana on Thermo Fisher Scientific Oy, Joensuun tehdas.

Suodattimien esikäsitteilylaitteella seulotaan pipettien kärjissä käytettäviä suodatimia ja näin tehostetaan suodattimilla varustettujen kärkien automatisoitua tuotantoa. Tarkoituksena on, että seulonnan tuloksena kärkien suodattimien asetuslaitteille päätyy vain tuotantoon kelpaavia suodatimia ja näin ollen tuotannon katkosten määrä vähenee.

Suunnittelutyön lähtökohtana oli tehdä jo olemassa olevan prototyypin pohjalta laite, joka täyttää tarvittavat turvallisuusvaatimukset ja on ergonominen ja selkeä käyttää. Lisäksi laitteelle tuli laatia vaadittavat dokumentit valmistuksen, käytön ja huollon tarpeisiin. Laitteen suunnittelun pääasiallisena työkaluna käytössä oli Creo Parametric -ohjelmisto. Opinnäytetyön ulkopuolelle rajautui sähkö- ja ohjelmistosuunnittelu sekä osittain paineilmalaitteiston suunnittelu. Konseptin sekä toteutettavan mekaniikan suunnittelun tukena toimi yrityksen tekninen asiantuntija.

Opinnäytetyön tuloksena suunniteltiin ja valmistettiin laitteita kaksi kappaletta, joista toinen otettiin käyttöön Thermo Fisher Scientific Oy:n Joensuun tehtaassa tuotannossa.

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences

Degree Program in mechanical engineering

Machine automation

Author: Petteri Kovapohja

Title of thesis: Mechanical Design of Filter Pre-handling Device

Supervisor: Annukka Tyni

Term and year when the thesis were submitted: Autumn 2025

Number of pages: 26 + 1 appendix

This thesis details the mechanical design of a filter preprocessing device for Thermo Fisher Scientific Oy's Joensuu factory. The device's purpose is to screen filters for pipette tips, reducing production disruptions in automated manufacturing. Based on an existing prototype, the design focused on creating a safe, ergonomic, and user-friendly device that met all necessary requirements. Key aspects of the work included mechanical design, concept development, and comprehensive documentation using Creo Parametric software. The project excluded electrical and software design. At the time of writing, the device is in its test phase to gather data on its performance.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
SISÄLLYS	4
SANASTO	5
1 JOHDANTO	6
2 KONSEPTISUUNNITTELU	7
3 MEKANIKKASUUNNITTELU.....	9
3.1 Runkorakenne	9
3.2 Koneistettavat osat.....	11
3.3 Levyosat.....	14
3.4 Hankintaosat	17
4 DOKUMENTOINTI	20
4.1 3D-malli	20
4.2 Osien valmistukseen liittyvät dokumentit.....	21
4.2.1 Valmistuskuva	21
4.2.2 STEP-tiedosto	22
4.2.3 DFX-tiedosto	22
4.3 Riskin arviointi	23
5 LOPPUSANAT	24
LÄHTEET	25
LIITTEET	26

SANASTO

3D-malli	CAD-ohjelmalla luotava digitaalinen kolmiulotteinen malli
Extrude	CAD-ohjelman toiminto
Induktiivinen anturi	Sähkömagneettista kenttää hyödyntävä tunnistin
Konfiguraattori	Suunnittelutyökalu
Lieriömäisyys	Geometrinen toleranssi
Purse	Kappaleeseen valmistusvaiheessa syntyvä reuna tai uloke
Sketsi	Kaksiulotteinen viivapiirros
Valosähköinen anturi	Laseria tai led-valoa hyödyntävä tunnistin

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena oli suodattimien esikäsittelylaitteen mekaniikkasuunnittelu. Suodattimien esikäsittelylaitteella on tarkoitus seuloa pipetinkärjissä käytettäviä suodattimia. Tällä esituotannollisella vaiheella saadaan merkittävästi vähennettyä tuotantoon kelpaamattomien suodattimien päätymistä varsinaiseen tuotteiden valmistusprosessiin.

Ongelmana epäkelvoissa suodattimissa on niiden laadulliset puutteet. Niitä ovat, joko suodattimen reunaan valmistusvaiheessa muodostunut purse tai se, ettei lieriömäisen suodattimen otsapinnan ympyrämäisyys toteudu annettujen toleroitujen mittojen puitteissa.

Laitteella voidaan seuloa kolmea eri suodatinkokoa. Jokaiselle suodatinkoolle on oma seulontayksikkönsä ja nämä seulontayksiköt poikkeavat toisistaan ainoastaan seulontamaljan pohjalevyn osalta. Seulontayksikkö koostuu suodatinsäiliöstä, seulontamaljasta sekä pussituskelkasta ja yksiköt on sijoitettu rinnakkain varsinaiseen laitteen runkoon. Laite on katettu ohutlevystä valmistetuilla suojapelleillä. Laitteen päämitat ovat leveys 1 550, korkeus 1 100 ja syvyys 1 090 millimetriä.

Seuraavissa luvuissa tullaan käsittelemään laitteen konseptisuunnitteluvaihetta, mekaniikkasuunnittelua ja dokumentointia. Luvut sisältävät tähän laitteeseen liittyvien osuuksien lisäksi yleisen teoriaosuuden.

2 KONSEPTISUUNNITTELU

Konseptisuunnitteluvaiheessa kehitetään ensimmäiset ideat laitteen toiminnasta ja ulkonäöstä. Tämä vaihe sisältää yleensä luonnostelua, skenaarioiden ja käytötapausten tarkastelua, teknisten ratkaisujen hahmottelua ja arviointia. (Laitesuunnittelu.)

Tätä opinnäytetyötä aloittaessa työn toimeksiantajalla oli olemassa laitteen prototyyppi, joka oli koeajojen tuloksena todettu toimivaksi. Prototyyppi oli käytännössä karkea versio aiemmin mainitusta seulontayksiköstä.

Lähtökohtana suunnittelulle oli, että tästä prototyypistä jalostetaan varsinainen seulontayksikkö, jota tulisi valmiissa laitteessa olla jokaiselle kolmelle suodatinkoolle omansa. Konseptisuunnitteluvaiheessa ideoitiin lisäksi muita laitteen toiminnallisuuksia kuten seulontamaljan alapuolella sijaitseva pussituskelkka ja ergonomiaan ja turvallisuuteen liittyviä asioita.

Perusideana lopulliselle konseptille oli se, että seulottavat suodattimet kaadetaan käsin laitteen takaosassa sijaitseviin suodatinsäiliöihin, joista suodattimet puhalletaan paineilman avulla letkua pitkin seulontamaljoihin.

Jokaisen maljan sisällä on kääntösynterinin avulla keskiakselinsa ympäri pyörivä lapamainen rakenne, joka liikkuessaan alkaa seuloa suodattimia. Seulonnan seurauksena toiminnalliset mitat täyttävät suodattimet kulkeutuvat maljan pohjalevyn läpi ja epäkelvot suodattimet jäävät maljaan. Maljan pohjan läpi kuljettuaan suodattimet putoavat suppilomaiseen rakenteeseen, joka ohjaa ne pussituskelkassa olevaan pakkauspussiin. Pussituskelkan rakenne suunniteltiin niin että kelkka on kiinnitetty runkorakenteeseen liukukiskoilla. Pakkauspussin täytyttyä käyttäjä saa vedettyä kelkan ulos runkorakenteesta, jolloin pakkauspussin vaihto on ergonomista ja käyttäjäystävällistä.

Seulontamaljojen ja pussituskelkkojen täyttöastetta valvotaan valosähköisillä antureilla. Maljan täyttöasteen valvonnasta saadaan tieto suodatinerän loppumisesta ja pussituskelkkojen anturoinnista tieto pussin paikallaan olosta ja täyttöasteesta. Samoin pussituskelkan paikalla oloa valvotaan, tähän valvontaan

käytettiin induktiivista anturointia. Valvonnalla on myös laitteen ja työympäristön turvallisuutta parantava vaikutus. Oikeanlaisella anturoinnilla saadaan estettyä laitteen käynnistäminen ilman, että kaikki laitteen käynnistämistä edeltävät toimenpiteet on käyttäjän osalta suoritettu.

3 MEKANIKKASUUNNITTELU

Mekaniikkasuunnittelu on insinööritieteiden ala, joka keskittyy mekaanisten järjestelmien ja komponenttien suunnitteluun, analysointiin ja optimointiin. Se kattaa laajan kirjon toimintoja, jotka vaihtelevat yksinkertaisten koneiden suunnittelusta monimutkaisten teollisuuslaitteiden kehittämiseen. (Mitä on mekaniikkasuunnittelu?)

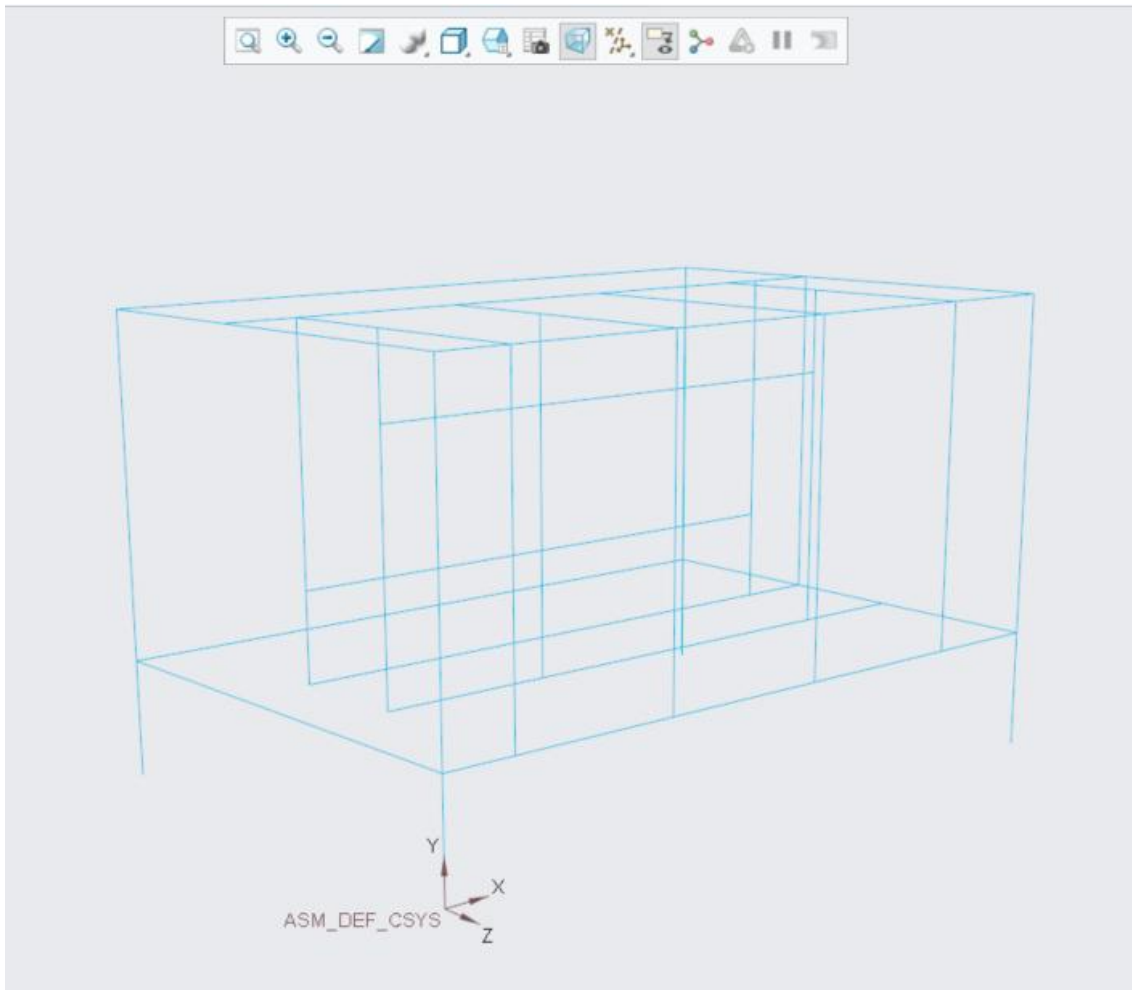
Konseptisuunnittelun jälkeen alkoi laitteen mekaniikkasuunnitteluvaihe. Tässä opinnäytetyössä se sisälsi laitteen runkorakenteen suunnittelun, eri toiminnallisuuksien koneistus- ja levyosien suunnittelun ja hankintaosien kartoituksen.

3.1 Runkorakenne

Laitteen varsinainen runko on rakennettu 45*45 mm alumiiniprofiilista, joka on yleisesti käytetty ja standardoitu automaatiolaitteiden runkomateriaali.

Konseptisuunnitteluvaiheen aikana hahmottunut malli laitteesta antoi suuntaviivat lopulliselle rakenteelle, jota lähdettiin toteuttamaan Creo Parametric suunnitteluohjelmiston Framework työkalulla.

Ensimmäinen ja merkittävin runkorakenteen suunnittelun työvaihe oli piirtää rungon lankamalli (kuva 1), tässä työvaiheessa määritellään lopulliseen malliin tulevien palkkielementtien pituusmitat ja sijainnit. Tämä kolmiulotteinen viivapiirros toimii ikään kuin runkorakenteen luurankona, johon tuodaan kirjastosta varsinaiset profiilipalkki elementit. Creo Parametricin Framework työkalu sisältää perusmuotoisen kirjaston yleisimmin käytössä olevia teräs ja alumiini palkkielementtejä.



KUVA 1. Runkorakenteen lankamalli.

Seuraava työvaihe runkorakenteen suunnittelussa oli määrittää palkkien liitoskohdat. Kirjastosta tuodessa palkit asetetaan lankamallin mukaisesti, jolloin palkkien liitoskohdat asettuvat limittäin toisiinsa nähden. Framework työkalun sisältämällä Joints toiminolla suunnittelija määrittelee liitoksen muodon, jolloin suunniteluohjelmisto osaa ottaa tämän huomioon palkkien lopullisessa pituudessa. Viimeistelevä työvaihe runkorakenteen suunnittelussa oli määrittää paikoilleen rungon kiinnikeosat ja peitetulpat.

Runkorakenteen suunnittelussa ei koettu tarpeelliseksi tehdä rungolle lujuustarkastelua koska oli selvää, että rungon koko ja rakenne tulee kestäväksi siihen kiinnitettävät osakokoonpanot sekä lopullisen laitteen toiminnan.

3.2 Koneistettavat osat

Koneistamalla valmistettavien osien suunnittelussa varmasti tärkein huomioon otettava seikka on osien toiminnallisuuden, ja näin ollen osista koostuvan kokonaisuuden toiminnallisuuden täytyminen parhaalla mahdollisella tavalla.

Paras mahdollinen tapa onkin usein myös se yksinkertaisin tapa, ja edelleen yksinkertaisin tapa on usein edullisin. Koneistettavien osien hinta muodostuu suunnittelutyön lisäksi menetelmäsuunnitteluun, osan valmistukseen käytetyn asetus- ja koneajan määrästä, materiaalikustannuksista ja valmistetun osan mittaamiseen käytetystä ajasta ja menetelmistä.

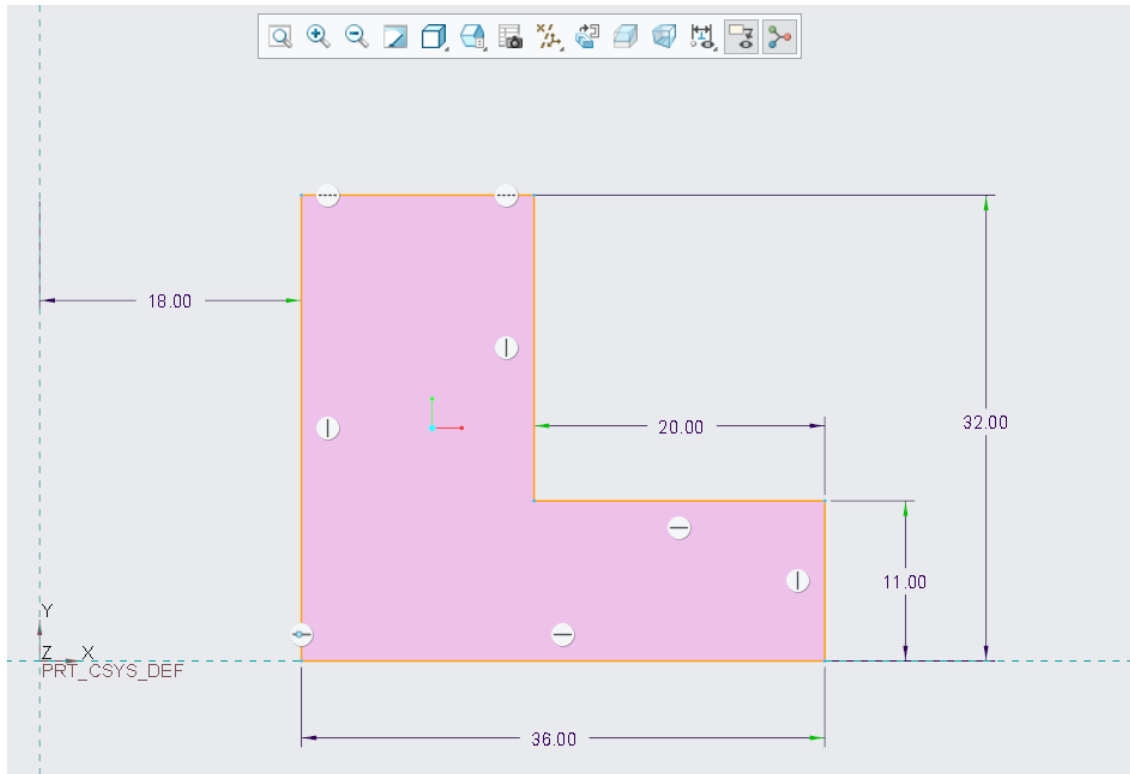
Vaikkakin paljon erilaisia piirteitä sisältävä, monimutkainen, tarkasti toleroitu osa voi joissain tapauksissa olla toiminnallisuuden kannalta välttämätön, tulee suunnittelijan pohtia millä ratkaisulla tuo toiminnallisuus saavutetaan niin että osan tai osien valmistuskustannukset pysyvät kohtuullisina. Esimerkiksi siten että, säilykö toiminnallisuuden täyttymiseksi tarvittava mittatarkkuus, vaikka yhdestä kappaleesta koostuva kokonaisuus valmistettaisiinkin useasta eri kappaleesta.

Konseptisuunnitteluvaiheessa suunniteltujen toiminnallisten osakokoonpanojen yksityiskohtaisempi suunnitteluvaihe sisälsi useiden erilaisten koneistamalla valmistettavien osien suunnittelua. Toiminnallisesti tärkeimmät, laitteen toiminnan kannalta tärkeimmät osat liittyvät suodattimien seulomisvaiheeseen ja sisältävät useita mittatarkkoja piirteitä. Näiden mittatarkkojen osien lisäksi laitteeseen tuli suunnitella toki toiminnallisesti tärkeitä, mutta vähemmän mittatarkkoja osia.

Mittatarkkoja osia, joita laitteeseen suunniteltiin, olivat seulontamaljojen pohjalevyt. Näihin vahvuudeltaan 10 millimetriä oleviin levyihin valmistettiin koneistamalla suodattimen koosta riippuen, useista kymmenistä reiluun sataan kappaletta tarkasti toleroituja reikiä. Muita koneistettavia osia olivat esimerkiksi seulontamaljan alapuolella sijaitseva suppilomainen rakenne, joka suunniteltiin kokoonpantavaksi useasta koneistettavasta osasta.

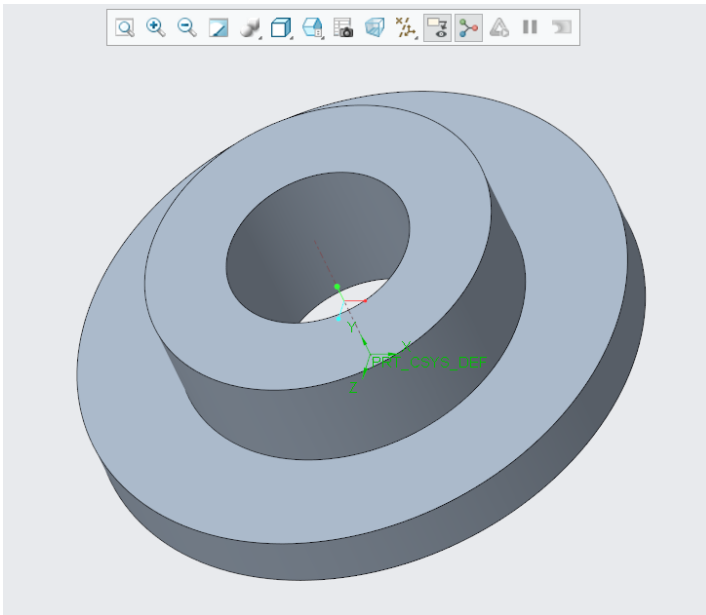
Kaiken kaikkiaan koneistettavia osia laitteeseen suunniteltiin useita kymmeniä, niiden kaikkien läpikäyminen ei tässä yhteydessä ole työn kannalta merkittävää.

Käytännössä koneistettavan osan suunnittelutyö pitää sisällään 3D-mallin luonnin osasta. Tämä työvaihe etenee siten, että aluksi valitaan taso, johon piirretään 2-ulotteinen sketsi (kuva 2).

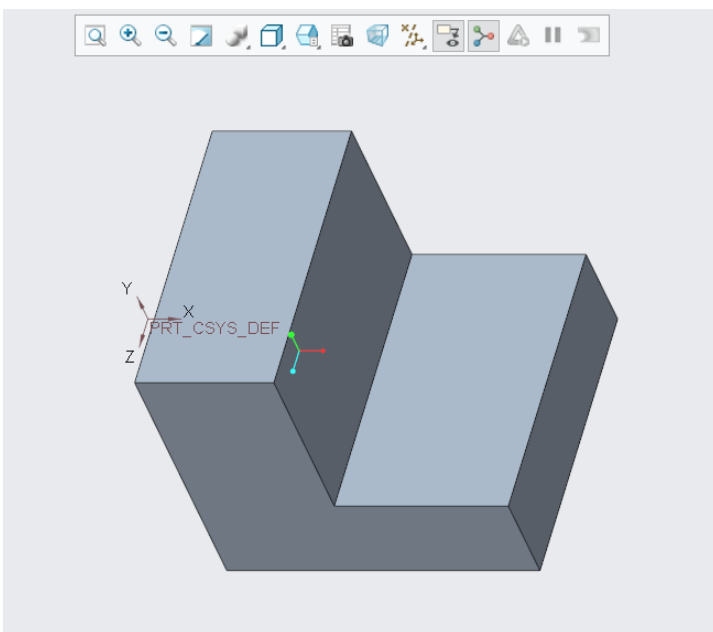


KUVA 2. 3D-mallin luontia varten piirretty 2-ulotteinen sketsi.

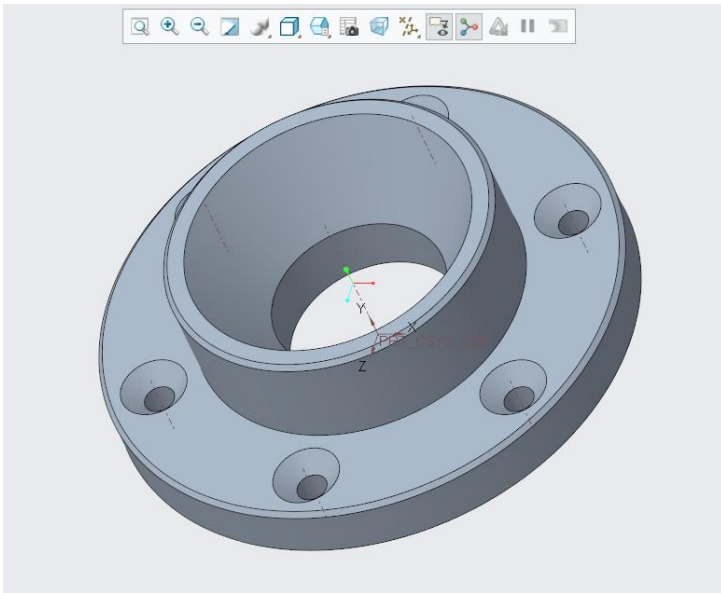
Tästä 2-ulotteisesta viivapiirroksesta voidaan pursottaa halutunlainen 3D-malli (kuvat 3 ja 4), johon voidaan lisätä tarpeen mukaan lisää piirteitä kuten, viisteitä, pyöristyksiä ja reikiä (kuva 5).



KUVA 3. 2-ulotteisesta sketsistä pursotettu 3-D malli. Pursotus tehty Y-akselin ympäri Revolve-toiminnolla.



KUVA 4. 2-ulotteisesta sketsistä pursotettu 3-D malli. Pursotus tehty X-Y tason suuntaisesti Extrude toiminnolla.



KUVA 5. 3D-malliin lisätty viisteitä ja reikiä.

3D-mallista tehdään .pdf muotoinen työpiirustus sekä .step muotoinen universaali 3D-malli kappaleen valmistusta varten. Lisäksi mahdollinen toiminnallisuuden ja siihen vaikuttavien asioiden virtuaalinen tarkastelu ovat tärkeä ja hyödyllinen osa suunnittelijan työtä. Näillä, esimerkiksi erilaisia kappaleen kuormitustilanteita simuloivilla toimilla voidaan jo suunnittelutilanteessa optimoida valmistettavaa osaa ja välttää näin turhien valmistuskustannusten syntyä.

3.3 Levyosat

Ohutlevystä valmistettavien erilaisten mekaniikkaosien, eli levyosien käyttökohdetilat laitteissa ja koneissa voivat olla esimerkiksi erilaisia suojarakenteita, kotelaitteita, peitelevyjä tai vaikkapa erinäisten komponenttien kannakkeita.

Tyypillisesti levyosien materiaalina käytetään erilaisia teräslaatuja, mutta riippuen käyttötarkoituksesta materiaalina käytetään vaihtelevasti myöskin muita metalli- ja muovimateriaaleja. Yleisimmät ainevahvuudet levyissä ovat 1-2,5 millimetriä. Useimmat levyjen työstömenetelmät soveltuvat kuitenkin suuremmillekin ainevahvuuksille, työstömenetelmiä, joita käytetään ohutlevyvalmistuksessa ovat esimerkiksi polttoleikkaus, särmäys ja mankelointi.

Levyosia voidaan tarvittaessa pintakäsitellä riippuen materiaalista ja näistä menetelmistä tyypillisimpiä ovat maalaaminen, sähkösinkitys ja anodisointi.

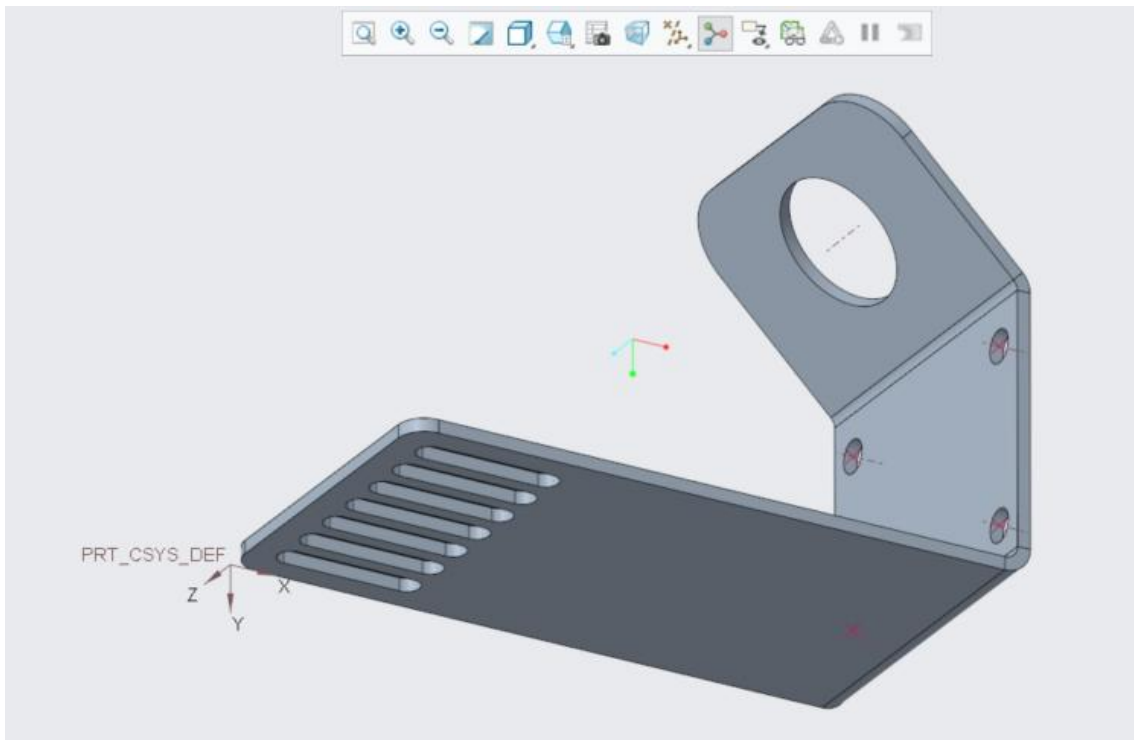
Ohutlevyosien suunnittelussa pätee muutama niin sanottu nyrkkisääntö, joita on noudatettava, jotta levyosa voidaan valmistaa suunnitelman mukaisesti.

- Taivutussäteen tulisi olla yhtä kuin levyn paksuus
- Taivutetun laipan pituus tulisi olla kolme kertaa levyn paksuus + taivutussäde
- Levyosaan tehtävien reikien halkaisijoiden tulisi olla suurempia kuin levyn paksuus
- Reiät tulisi sijoittaa niin että ne sijaitsevat taivutetusta reunasta vähintään halkaisijansa verran reiän reunasta mitattuna.

Lisäksi taivutuksia suunnitellessa kannattaa ottaa huomioon nurkkakohtien käyttäytyminen taivutusta tehtäessä ja lisätä tarvittaessa taivutusta helpottavia leikkauksia näihin kohtiin. Nykyaikaiset levyosan suunnitteluohjelmistot osaavat yleensä ottaa nämä seikat huomioon ja asettavat automaattisesti esimerkiksi taivutussäteen sopivaksi levyn ainevahvuuteen nähden. On kuitenkin lopulta suunnittelijan vastuulla tehdä päätökset niin että suunniteltu kappale on valmistettavissa onnistuneesti.

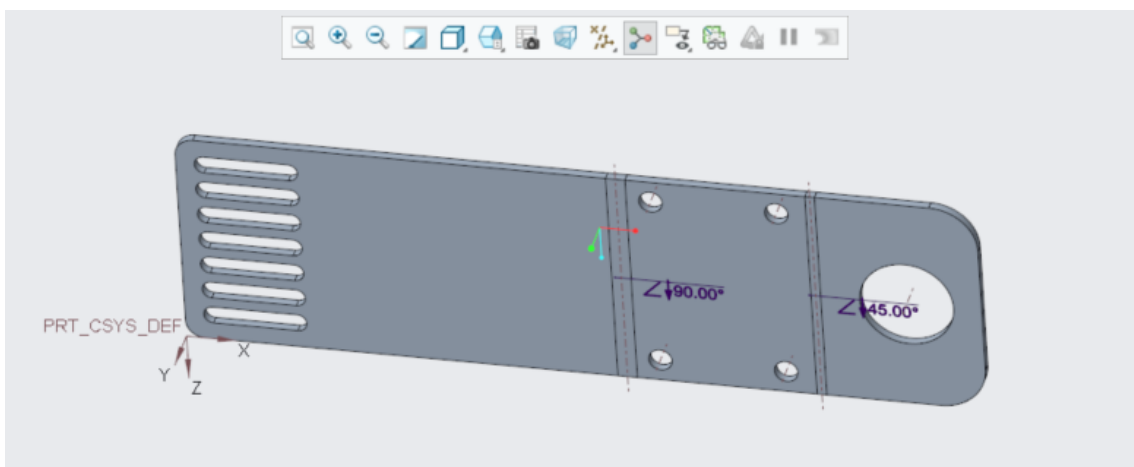
Tässä opinnäytetyössä käsiteltävään suodattimien esikäsitteilylaitteeseen suunniteltiin ja valmistutettiin muutamia ohutlevyosia, yksinkertaisista suojapeltiosista, monimutkaisempaan useasta levyosasta koostuvaan keräysastiaan.

Käytännössä levyosan suunnittelu on hyvin samanlainen prosessi kuin koneistetavan osan suunnittelu. Aluksi piirretään 2-ulotteinen sketsi, josta voidaan pursottaa haluttu levymäinen kappale. Tähän levymäiseen malliin voidaan lisätä tarpeen mukaan esimerkiksi taivutettavia laippoja, muotoja ja reikiä (kuva 6).



KUVA 6. Levyosan 3D-malli.

Tämän jälkeen osan 3D-mallista luodaan niin sanottu levityskuva, eli taivutetut muodot taivutetaan saman suuntaiseksi ensimmäisenä luodun levymäisen mallin mukaan (kuva 7). Näin saadaan luotua levyn leikkauksessa ja osan valmistuksessa tarvittavat työpiirustukset ja dokumentit.



KUVA 7. Levityskuva levyosan 3D-mallista.

3.4 Hankintaosat

Hankinta- eli osto-osat käsittävät kaikki valmiit mekaniikan komponentit, joita tarvitsee koneen tai laitteen toiminnallisuuden toteutumiseen. Näitä osia tässä opinnäytetyössä käsiteltävässä laitteessa olivat esimerkiksi paineilman käsittelyyn tarvittavat komponentit, paineilmatoimilaitteet ja yksinkertaisemmat mekaniikan komponentit kuten liukukiskot, ovenkahvat ja ovien lukot.

Suunnittelutyön edetessä konseptisuunnitteluvaiheessa hahmotellut tekniset ratkaisut alkavat tulla aiheelliseksi suunnitella yksityiskohtaisemmin. Tähän työvaiheeseen useilla mekaniikan komponenttien valmistajilla on tarjota päteviä suunnittelutyökaluja, niin sanottuja konfiguraattoreita. Näiden työkalujen avulla suunnittelija pystyy kartoittamaan käyttötarkoitukseen sopivat osat ja optimoimaan laitteen tai koneen toimintaa.

Kuvassa 8 on esimerkki erään paineilmalaitteiden valmistajan konfiguraattorista jossa esivalintana voidaan määrittää ympäristö, johon haluttu laitteisto tullaan sijoittamaan.

Selection criteria: Application

Filter combination is proposed based upon your selected application

- standard pneumatics
operation of valves and cylinders, e.g. in automotive industrie, secondary packaging
- mining and building industry
applications without special air cleanliness requirements
- application of pressure operated tools and machines
pneumatic hammer, air engine, positioning with proportional valve
- electronic, flatpanel and solar industry, textile and paper production
application with residual oil content <0.5 mg/m³
- painting, powder coating, air bearing
application with residual oil content <0.01 mg/m³
- food and beverage industry, optics
application with residual oil content <0.003 mg/m³
reduction of oil vapours and aromas


KUVA 8. Paineilman käsittelylaitteen konfiguraattorissa tapahtuva esivalinta.

Esivalinnan jälkeen konfiguraattori automaattisesti määrittelee ISO 8573-1:2010 standardin mukaisesti paineistettavan ilman puhtausluokituksen (kuva 9). Esimerkitapauksessa valitussa ympäristössä tulisi paineilman puhtausluokituksen olla partikkeleiden osalta luokkaa 5, veden osalta luokkaa 4, ja öljyjen osalta luokkaa 3.

Selection criteria: ISO-class

Filter combination is proposed based upon the air cleanliness class according to ISO 8573-1:2010

particle	:	water	:	oil
5	:	4 *	:	3



* Downstream from the compressor the water content is assumed to be ISO class 4. better classes can be achieved by applying an adsorption dryer PDAD or a membrane dryer LDM1

KUVA 9. Paineilman puhtausluokituksen valinta.

Tehtyjen valintojen perusteella paineilmalaitteiston valmistajan avustava suunnittelutyökalu osaa ehdottaa suunniteltuun ilmankäsittelylaitteeseen sopivaa ilman-suodatinta. Tässä tapauksessa vähintään yhden mikrometrin suodatusasteella toimivaa hienosuodatinta. Lisäsuodatukseen olisi valittavissa 0.01 mikrometrin suodatusasteella oleva mikrosuodatin ja aktiivihiilisuodatin (kuva 10).

Direct filter selection

Independent selection of filter combination

- 40 µm Filter
- 5 µm Filter
- 1 µm Fine Filter
- 0.01 µm Micro Filter *
- Active Carbon Filter



* To enhance the filter lifetime and in consequence the maintenance interval arrange a 1 µm Fine Filter in front of the 0.01 µm Micro Filter as a preliminary filter.

KUVA 10. Paineilman käsittelylaitteen suodattimen valinta.

Seuraavissa vaiheissa valittavaksi voisi tulla esimerkiksi pääsulkuventtiili, ilmanpaineen tai virtauksen mittaamiseen liittyviä osia ja mahdolliset ilman jakoon liittyvät osat ja liittimet.

Valinnat täyttämällä konfiguraattori luo valmiille ilmapääkäsittelylaitteelle tilauskoodin, tekniset tiedot sisältävät dokumentit sekä 3D-mallin, joka voidaan sijoittaa osakokoonpanona suunniteltavan koneen tai laitteen 3D-malliin.

4 DOKUMENTOINTI

Dokumentointi on tärkeä osa suunnittelutyötä, se pitää sisällään kaiken koneen tai laitteen suunnitteluun ja valmistukseen liittyvät tuotokset. Näitä ovat 3D-mallin, valmistus- ja kokoonpano piirustukset, mahdolliset koneen tai laitteen toimintaan liittyvät laskelmat, komponentti- ja osalistat ja riskinarviointilomakkeet.

Dokumenttien tarkoitus on mahdollistaa suunnitellun koneen tai laitteen onnistunut valmistaminen ja käyttöönotto. Tämän lisäksi dokumentoinnin tärkeys konkretisoituu mahdollisissa vika- ja huoltotilanteissa. On jäljitettävyyden kannalta tärkeää, että esimerkiksi jonkin koneen toimilaitteen tai osan särkyessä voidaan nopealla aikataululla tilata tai valmistaa varaosa särkyneen tilalle. Näin saadaan minimoitua konerikosta johtuva tuotannon seisahtumiseen kuluva aika.

4.1 3D-malli

3D-mallinnuksella tarkoitetaan tietokoneella tehtyä kolmiulotteista suunnittelua. Mallinnuksen tuloksena kappaleesta syntyy digitaalinen 3D-malli. 3D-malli voidaan luoda joko skannaamalla fyysinen kappale sellaisenaan tai mallintamalla kappaleen geometria CAD-ohjelmalla. (3D-suunnittelu ja -mallinnus).

Tämän opinnäytetyön aiheena olevan laitteen suunnittelutyössä, niin konseptointivaiheessa kuin yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa isossa roolissa oli 3D-mallin luominen. 3D-malli on muutoinkin suunnittelutyössä lähes merkittävin ja monipuolisin dokumentti.

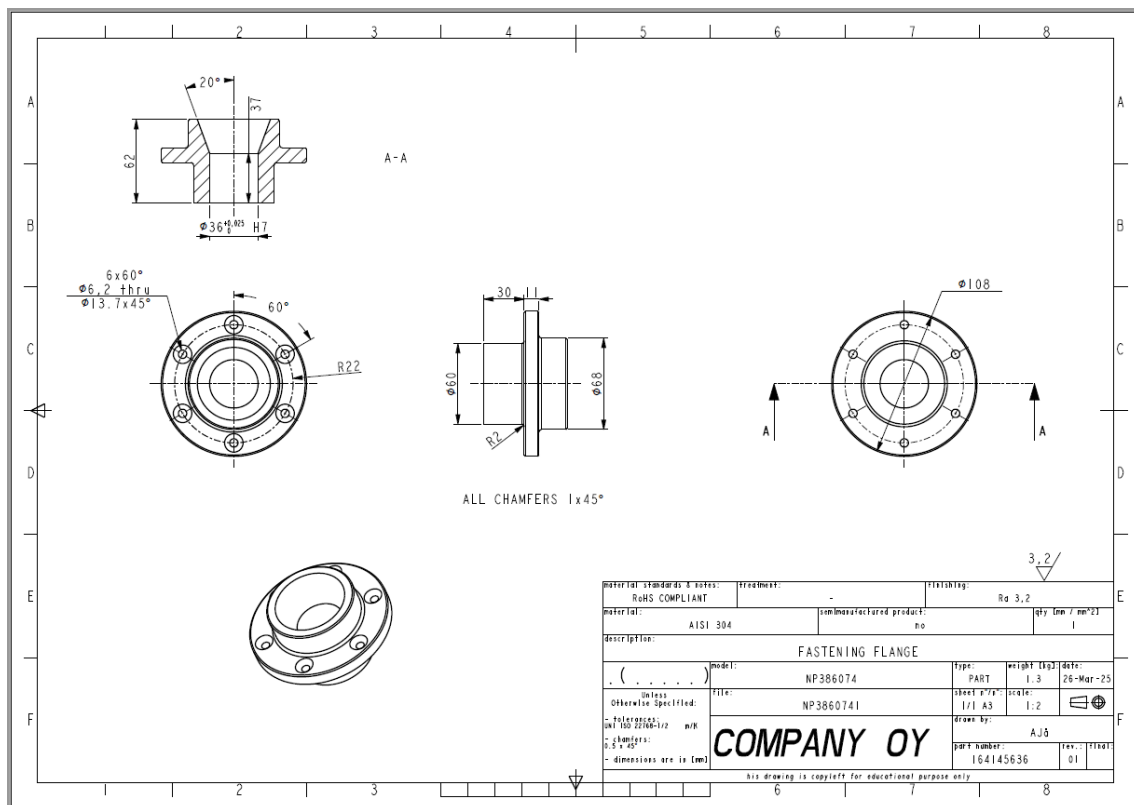
Sen avulla voidaan esimerkiksi selkeästi havainnollistaa laitteen kokoluokkaa ja näin tehdä etukäteen esimerkiksi tehtaan layout suunnittelua. Kaksiulotteiset osien valmistuspiirustukset saadaan tehtyä helposti ja tarkasti suoraan 3D-mallista ja siitä voidaan muuntaa suunnitteluohjelmistosta riippumatta universaali .step tiedosto tai 3D-tulostimissa käytettävä .stl tiedosto.

4.2 Osien valmistukseen liittyvät dokumentit

Näissä seuraavissa kappaleissa käydään läpi tarkemmin muita koneenrakennuksessa tarvittavien osien valmistukseen liittyviä dokumentteja.

4.2.1 Valmistuskuva

Työkuva eli valmistuskuva on .pdf muotoinen 2-ulotteinen dokumentti (kuva 11), jossa on annettu osan tai kokoonpanon valmistusta varten tarvittavat tiedot. Yleisin kokoluokka, jota käytetään valmistuskuvien piirustus pohjana on A3. Tämän lisäksi jonkun verran käytetään A4 ja A2 kokoja, riippuen osan koosta ja käytetävästä mittasuhteesta.



Kuva 11. Koneistamalla valmistettavan kappaleen valmistuskuva.

Piirustus pohja sisältää otsikkotaulun, jossa on kirjallisesti osan ja sen valmistukseen liittyviä tietoja. Otsikkotaulu sisältää yleensä osan nimen, osanumeron, materiaalitiedot, tietoja mahdollisesta pintakäsittelystä, käytettävänyleistoleranssin, kuvassa käytetyn mittakaavan ja valmistettavien osien määrän. Osa näistä

tiedoista ja tulevissa kappaleissa mainituista piirustuksen sisältävistä tiedoista on erikseen standardoitu käytettäväksi ja osa kuuluu niin sanotusti hyviin piirustus-tapoihin.

Piirustuksessa tulee olla riittävä määrä projektioita, jotta piirustuksen tulkinta osan valmistuksen kannalta on selkeää. Pääprojektiksi valitaan yleensä projek-tio, joka kuvaa selkeimmin osan muotoa, josta luodaan tarvittava määrä muita projektioita selkeyttämään osan muotoa ja rakennetta.

Näihin osaa kuvaaviin projektioihin merkitään osan valmistuksen kannalta kriitti-set ja tarvittavat mitat kuten osan päämitat, reikien koot ja syvyydet, viisteet ja pyöristykset. Mittoihin merkitään käytettävät toleranssit, jotka poikkeavat käyte-tystä yleistoleranssista. Lisäksi kuvaan tulee merkitä osalle vaadittu pinnanlaatu, yleisesti osalle käytettävästä pinnanlaadusta poikkeavat pinnanlaadut tulee mer-kata projektioihin.

4.2.2 STEP-tiedosto

STEP eli .stp muotoinen tiedosto on varsinaisesta suunnitteluohjelmistolla valmis-tetusta 3D-mallista muunnettu universaali 3D-malli, joka voidaan avata millä ta-hansa 3D-suunnitteluohjelmistolla.

Tämä yksinkertaistettu malli sisältää alkuperäisen mallin geometrian. Se on usein riittävä tieto siihen, että voidaan suunnitella toisiinsa yhteensopivia osia, huoli-matta siitä missä päin maailmaa ja millä ohjelmistolla osat ovat alun perin suun-niteltu. STEP tiedostoa käytetäänkin usein tiedonvaihdossa suunnittelutoimisto-jen välillä sekä suunniteltujen osien valmistuksessa.

4.2.3 DFX-tiedosto

DFX tulee sanoista Drawing Exchange Format ja on tekstitiedosto, joka on kehi-telty alun perin AutoCad ohjelmistossa käytettäväksi tiedostomuodoksi.

Nykyään suunnittelutyössä ja tässäkin opinnäytetyössä .dxf tiedostot on luotu levyosien valmistusta varten. Ne sisältävät automatisoidussa levynleikkauksessa tarvittavan informaation, eli käytännössä ääriiivat 1:1 mittakaavassa.

4.3 Riskin arviointi

Riskin arviointi on vaihe, jossa käydään läpi mahdollisia riskejä, jotka liittyvät laitteen tai koneen käyttöön ja siitä johtuviin mahdollisiin tapaturmiin tai onnettomuuksiin. Riskin arviointi perustuu standardeihin ISO 12100:2010 ja ISO/TR 14121-2:2013

Standardi ISO/TR 14121-2:2013 sisältää riskin arvioinnin menetelmiä, johon perustuen teimme arvioinnin tässä opinnäytetyössä käsiteltävälle suodattimien esikäsitteilylaitteelle. Arvioinnissa käydään läpi vaihe vaiheelta mahdollisia riskitekijöitä, joita pisteytetään näiden vakavuusasteen, esiintymistaajuuden, todennäköisyyden ja vältettävyyden mukaan. Näiden pisteytysten mukaisesti saadaan tuloksille vaatiiko kyseinen riskitekijä toimenpiteitä. Mikäli vaaditaan, tehdään nämä toimenpiteet huomioon ottaen uusi pisteytys.

Suodattimien esikäsitteilylaitteen riskien estämis- ja suojaustoimenpiteet ovat käytännössä mekaanisia suoja pyöriville toimilaitteille ja useimmat havaitut riskit voidaan välttää noudattamalla turvallisuusohjeita ja hyvää asennustapaa.

5 LOPPUSANAT

Tämän opinnäytetyön aiheena oli suodattimien esikäsittelylaitteen mekaniikka-suunnittelu, jonka toimeksiantajana toimi Thermo Fisher Scientific Oy:n Joensuu tehdas. Työ edistyi onnistuneesti olemassa olevan prototyypin pohjalta, ja lopputuloksena saatiin aikaan turvallinen, ergonominen ja selkeä laite, joka täyttää tuotannon tarpeet. Suunnitteluprosessi sisälsi konseptisuunnittelun, mekaniikkasuunnittelun ja kattavan dokumentoinnin.

Projektin edetessä oma ammatillinen osaaminen on kasvanut erityisesti monipuolisten suunnitteluohjelmistojen käytössä sekä tuotantoprosessin ymmärtämisessä. Opinnäytetyö vahvisti, kuinka tärkeää on ottaa huomioon käytännön vaatimukset, kuten turvallisuus ja huollettavuus, jo suunnitteluvaiheessa. Myös yhteistyön merkitys nousi keskeiseksi, sillä teknisen asiantuntijan tuki oli korvaamaton. Tämän työn kautta olen saanut arvokasta kokemusta kokonaisvaltaisen laitesuunnittelun prosessista, aina ideasta valmiiseen dokumentoituun kokonaisuuteen asti.

LÄHTEET

3Dtech Oy. | 3D-suunnittelu ja – mallinnus. Luettavissa: <https://www.3dtech.fi/3d-ratkaisut/3d-suunnittelu-ja-mallinnus/> Luettu: 30.2.2025.

Hemfec. | Mitä on mekaniikkasuunnittelu? Luettavissa: <https://hefmec.fi/mita-on-mekaniikkasuunnittelu/> Luettu: 16.1.2025.

InEngineering Oy | Laitesuunnittelu: Konseptoinnista suoraan käyttöön. Luettavissa: <https://inengineering.fi/laitesuunnittelu/> Luettu: 25.2.2025.

LIITTEET

Liite 1 Laitteen pääkokoonpanokuva

LAITTEEN PÄÄKOKOONPANOKUVA

LIITE 1

Item No.	Part Name	Description
1	06-42402-W01.00001	BACK FRAME
2	06-42402-W01.00004	FORM ASSEMBLY 4 mm
3	06-42402-W01.00007	FORM ASSEMBLY 6.5 mm
4	06-42402-W01.00009	FORM ASSEMBLY 9 mm
5	06-42402-W01.00014	FILTER FRAME
6	06-42402-W01.00015	ELASTIC RING ASSEMBLY
7	06-42402-W01.00017	ROCK STOP ASSEMBLY
8	06-42402-W01.00023	WATER TIGHT PLATE
9	06-42402-W01.00027	ROCKER SWITCH
10	06-42402-W01.00034	MECHANIC ASSEMBLY
11	06-42402-W01.00037	ILLUMINATOR HOUSING
12	06-42402-W01.00049	COVER PLATE ENCLOSURE
13	06-42402-W01.00050	COVER PLATE 200 MANAGEMENT
14	06-42402-W01.00051	COVER PLATE FRONT
15	06-42402-W01.00052	10 BRACKET ASSEMBLY
16	11149.000.2	ENCLOSURE
17	06-42402-W01.00053	MECHANIC STOP SWITCH
18	06-42402-W01.00054	ROCK SWITCH
19	06-42402-W01.00055	ROCK SWITCH
20	06-42402-W01.00056	ROCK SWITCH
21	06-42402-W01.00057	COVER PLATE HOUSING
22	06-42402-W01.00058	INTERNAL TERMINAL ASSEMBLY
23	06-42402-W01.00059	FILTER FRAME COLLAR
24	111013002-W01111-0-0	SCREW M6X5 SCREW
25	06-42402-W01.00060	ROCKER
26	11101042-W01111-0-0	ROCKER SOCKET CONNECTION
27	11101001-W01111-0-0	SCREW M6X5 SCREW
28	06-42402-W01.00061	WATER
29	06-42402-W01.00062	ELECTRIC LOCK ASSEMBLY

Part No.	06-42402-W01.00062	DESCRIPTION	ELECTRIC LOCK ASSEMBLY
Rev.	1	DATE	15.02.2010
Author	Thermo Fisher	Checked	Thermo Fisher
Drawn	Thermo Fisher	Approved	Thermo Fisher
Scale	1:1	Part No.	06-42402-W01.00061-00
PART NAME: FILTER PRE-PROCESSING DEVICE			

Part No.	06-42402-W01.00062	DESCRIPTION	ELECTRIC LOCK ASSEMBLY
Rev.	1	DATE	15.02.2010
Author	Thermo Fisher	Checked	Thermo Fisher
Drawn	Thermo Fisher	Approved	Thermo Fisher
Scale	1:1	Part No.	06-42402-W01.00061-00
PART NAME: FILTER PRE-PROCESSING DEVICE			