Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikka

2022

Santeri Reinikainen

Suurtilavuuspipetin painesensorin asennusmuutosten suunnittelu

TURKU AMK

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Konetekniika | Tuotekehitys ja suunnittelu

08.11.2022 | 26 sivua + 1 liitesivu

Santeri Reinikainen

SUURTILAVUUSPIPETIN PAINESENSORIN ASENNUSMUUTOSTEN SUUNNITTELU

Click here to enter text.

Opinnäytteen tavoitteena oli tutkia Wallac Oy:n pipetin painesensorissa olevaa suunnitteluongelmaa ja suunnitella siihen sopivin mahdollinen ratkaisu. Työ jakaantui kyseisen testauslaitteen toimintaan ja ongelmaan tutustumiseen, ongelman eri ratkaisujen arvioimiseen ja parhaan ratkaisun jatkokehittämiseen.

Työn alkuosassa käsitellään painemittaamisen perusteita ja elektronisen painemittarin toimintaa. Samalla syvennytään pipettien toimintaan ja rakenteeseen. Seuraavaksi tutustuttiin pipettien painesensoriin ja käsiteltävään ongelmaan. Ongelma oli painesensorin koon muuttuminen, minkä vuoksi nykyiset valmistus mitat sensorin ympärillä eivät sopineet ja tästä sensorin antamat mittatulokset olivat virheellisiä.

Seuraavaksi kartoitettiin erilaisia korjausmenetelmiä ja arvioitiin niitä tuotannon ja valmistuksen kannalta. Opinnäytteen aikana tehtiin yhteistyötä myös kyseistä sensorikorttia valmistavan Tepcomp Oy:n kanssa ideoinnin avuksi. Sopivaksi todettua ratkaisua jatkokehitettiin tuotantoa varten. Tuotannollisesti järkevin vaihtoehto päätyi olemaan painesensorin tukipalan uudelleen suunnittelu ja erillisen valmistus jigin valmistaminen.

Tukipala suunniteltiin uudelleen ja lisäksi suunniteltiin painesensorikortin juotosvaihetta varten juotosalusta Tepcomp Oy:lle. Alustan tarkoitus oli vapauttaa enemmän vaihtoehtoja tukipalan suunnittelussa ja auttaa pitämään valmistuslaadun tasaisempana. Kehitetty ratkaisu ei valmistunut tuotantoon ottoa varten opinnäytteen tekemisen aikana.

ASIASANAT:

Painesensori, tuotekehitys, mekaniikka, ongelmanratkonta

BACHELOR´S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical Engineering | Product development

08.11.2022 | 26 + 1

Santeri Reinikainen

REDESIGN OF THE INSTALMENT OF HIGH-VOLUME PIPET'S PRESSURE SENSORS

Click here to enter text.

The purpose of this thesis was to investigate and develop a design solution for Wallac Oy's high volume pipet's pressure sensor design flaw. The work Includes learning the functions of the pipet and studying the problem, evaluating different redesign solutions for the flaw, and finally choosing the best design to develop properly.

First, the basics of pressure measuring, the operation mechanics of an electronic pressure sensor and an in-depth view on structure and functions of used pipettes were covered. Then the used pressure sensor and the design flaw itself were covered. The flaw was due to changed profile of the pressure sensor, which created unintentional pressure to the sensor, flawing the results it provided.

The next step was to review different solutions and valuate them according to different manufacturing values. During the making of thesis, a collaboration was made with the producer of the pressure sensor card Tepcomp Oy, to help design the solution. The best solution was developed further to be suited for product development. Chosen solution was to change the design of the support piece and design a separated jig for better manufacturing process.

Support piece was redesigned, and the jig was designed for Tepcomp Oy, to be used during manufacturing. The development solution was not completed to usable unit during the making of the thesis.

KEYWORDS:

Pressure sensor, Product development, Mechanics, problem solving

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO **6**

1 JOHDANTO JA TAVOITTEET **7**

2 PAINEEN MITTAUS **8**

2.1 Perusteoria 8

2.2 Elektroninen painemittari 9

3 PIPETTI **12**

3.1 Suurtilavuuspipetti 12

3.2 Pientilavuuspipetti 13

3.3 RTT-kortti 14

4 KORJAUSMENETELMÄT **16**

4.1 Hionta/koneistus 16

4.2 3d-tulostus 16

4.3 Tukikappaleen muutos 17

4.4 O-rengas 17

4.5 Kehitysidean päättäminen 18

5 TUKIPALAN UUDELLEEN SUUNNITTELU **19**

5.1 Uusi tukipala 19

5.2 3D-tulostus ja tarkastelu 24

6 ALUSTAN TULEVAISUUS JA YHTEENVETO **25**

LÄHTEET **26**

LIITTEET

Liite 1. Honeywell painesensori datasheet

KUVAT

Kuva 1. Pipetin ilmakanava painesensorille 10
Kuva 2. Painesensorin poikkileikkaus 11
Kuva 3. Suurtilavuuspipetti 12
Kuva 4. Pientilavuuspipetti 13
Kuva 5. Mallinnettu RTT-kortti 19
Kuva 6. Uusi tukipala 20
Kuva 7. Kokoonpano kortista ja uudesta tukipalasta 20
Kuva 8. Juotosalustan syvennys 21
Kuva 9. RTT-kortti ja painesensori 22
Kuva 10. Juotosalusta versio 2 22
Kuva 11. Juotosalusta versio 3 23
Kuva 12. Juotosalusta versio 4 24

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

HV	High volume eli suurtilavuus. Käytetään yhteydessä suurtilavuuspipetti
LV	Low volume eli pientilavuus. Käytetään yhteydessä pientilavuuspipetti
NX	Siemens NX. 3D- mallinnus ohjelma, jota käytetään pääsääntöisesti tässä opinnäytetyössä.
RTT-kortti	Real Time Transfer – kortti. Eli reaaliaikatiedonsiirtokortti. Tällä myös tarkoitetaan opinnäytetyössä itse painesensorikorttia, jossa muuttuva tieto siirtyy välittömästi eteenpäin.
Jigi	Valmistuksessa käytettävä alusta, joka huolehtii komponenttien paikoillaan pysymisestä kokoonpanon aikana.

1 JOHDANTO JA TAVOITTEET

Opinnäytetyön toimeksianto saatiin Wallac Oy:ltä. Wallacin analyysilaitteessa oli pidempään ollut ongelma suur- ja pientilavuuspipetin painesensorin kanssa. Ongelma koostuu siitä, että usein sensori antaa paineentestauksen aikana arvon, joka ei läpäise annettuja kriteerejä. Tämä arvo on enimmäkseen liiallista painetta. Ongelman paikannettiin aiheutuvan painesensorin kotelon muuttuneesta koosta. Koska koteloa oli kasvatettu 0,2 mm aiemmasta versiosta, aiheutti tämä ylimääräistä painetta, tai siitä seurasi komponentin rikkoutuminen. Sensorin koon muutoksesta ei ollut aluksi tietoa, joten tätä ei oltu huomioitu mittapiirustuksissa mitenkään.

Opinnäytteen tavoitteena oli suunnitella, testata ja valmistaa korjausratkaisu Wallac Oy:n analyysilaitteessa olevan suurtilavuuspipetin painesensoriin kohdistuvien ongelmien ratkaisemiseksi. Wallac Oy:n toiveena oli myös luoda ratkaisu, jolla varmistetaan ~~myös~~ toimivuus tulevaisuudessa tapahtuvien samankaltaisten muutosten kohdalla. Myös tuotteen toimintalaatu olisi tasaisempi korjauksen avulla, ilman tuotteen valmistusajan huomattavaa lisääntymistä.

Työn alkuosassa esitellään painemittaamisen perusteita ja elektronisen painemittarin toimintaa ja syvennytään suurtilavuuspipetin toimintaan. Tämän jälkeen tutustutaan pipetin painesensorissa olevaan ongelmaan ja tutkitaan mahdollisia korjausvaihtoehtoja. Lopuksi esitellään tutkittujen vaihtoehtojen tuloksia ja mahdollisia kehittämistoimenpiteitä tulevaisuudessa.

2 PAINEEN MITTAUS

Paine on yleisesti helposti unohdettavissa oleva suure, mutta teollisessa maailmassa, se on lämpötilan jälkeen eniten mitattu prosessisuure. Teollisuuden automatisoinnin vuoksi elektronisien paineantureiden ja -lähettimien määrä on kasvanut huomattavasti. (Saxholm 2011, 3–5.)

2.1 Perusteoria

Kun lasketaan painetta, on normaalitilanteessa aina kyseessä joko nesteen tai kaasun paine. Paine määritetään pintaa vastaan kohtisuoraan vaikuttavan voiman F ja saman pinnan alan A osamääränä:

$$p = \frac{F}{A},$$

jossa p on paine, F on voima ja A on pinta-ala.

Yleisesti mekaniikassa paineen ilmaisun kanssa käytetään kerrannaisia, koska paineen perusyksikkö Pa on suhteellisen pieni yksikkö. Yleisimmät kerrannaiset ovat:

$$1hPa = 100\ Pa$$
$$1kPa = 1000\ Pa$$
$$1MPa = 1\ 000\ 000\ Pa.$$

Myös yleisesti käytetty yksikkö paineen ilmaisuun on baaria (bar), joka ei kuulu SI-järjestelmään. Yksi bar vastaa tavallista ilmanpainetta.

$$1\ bar = 0{,}1\ MPa = 100\ 000\ Pa$$

Kun puhutaan paineen mittaamisesta, tulee aluksi miettiä, että onko kyse millaisesta paineesta. Paineen voi ajatella joko yli -, ali-, vai absoluuttisesta paineena. Näiden sekoittaminen suunnittelu- tai laskentavaiheessa voi aiheuttaa merkittäviä laskuvirheitä.

Absoluuttisessa paineessa vertailuarvona on tyhjiö. Painemittareita, joita käytetään pienissä absoluuttipaineissa, kutsutaan vakuumimittareiksi, koska ne toimivat kovassa alipaineessa.

Ylipaineen vertailuarvona on ilmanpaine. Yleisimmissä paineen mittauksissa, kuten rengaspaineen mittauksessa, puhutaan ylipaineesta. Laskennallisesti ylipaine voidaan muuttaa absoluuttiseksi paineeksi lisäämällä siihen muunnoshetkellä vallitseva ilmanpaine.

Alipaineen vertailuarvona on myös ilmanpaine, mutta se on negatiivista ylipainetta. Se tarkoittaa sitä, että alipaine on aina vallitsevaa ilmanpainetta alhaisempi. Alipainetta on esimerkiksi pumppujen imupuolella tai polttomoottorien imusarjassa. (Saxholm 2011. 6–7.)

Opinnäytetyössä käsiteltävissä komponenteissa ja painesensorissa kyseessä on ali- ja ylipaine.

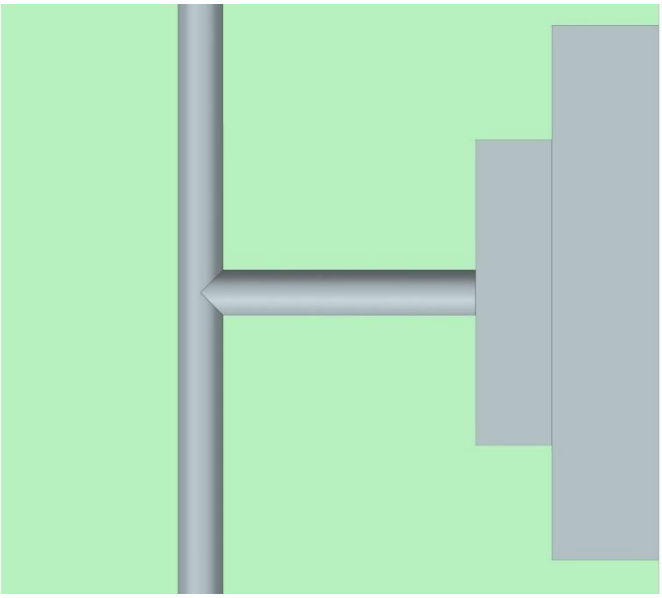
2.2 Elektroninen painemittari

Elektroninen painemittari toimii samalla tavalla kuin mekaaniseen muodonmuutoksen perustuva mittari. Mittarin sisällä on kalvo, joka valmistetaan erinäisistä materiaaleista riippuen mitattavan paineen suuruudesta. Kun painetta mitataan, sen sisällä olevan kalvon pinta joko pullistuu tai supistuu mitattavasta paineesta, jonka jälkeen elektronisessa painemittarissa muodonmuutos aiheuttaa jännitearvon muutosta. Tämä arvo sen jälkeen muutetaan luettavaan sähköiseen muotoon vahvistimen avulla. (Saxholm 2011. 16.)

Mittarin tulee olla tarkkaan valittu käytetyn paineen mukaan. Liian kovassa paineessa kalvoon tulee pysyvää muutosta ja sen mittatarkkuus kärsii ja liian pienessä paineessa kalvoon ei tule tarpeeksi muutosta, jolloin lukemat ovat liian pieniä komponentin tunnistettavaksi.

Kyseinen pipetti, johon opinnäyte keskittyy, käyttää pienille paineille tarkoitettua minipainesensoria. Pipetti on kasattu niin, että sinne on luotu erillinen

ilmakanava, josta ilmanpaine pääsee liikkumaan painesensorille, jossa sensori tunnistaa muutokset paineessa (KUVA 1).



Kuva 1. Pipetin ilmakanava painesensorille

Painesensori, jota käytetään näissä RTT-korteissa, on Honeywell-komponenttivalmistajan valmistama miniatyyri matalapainesensori 26PCAFD2G. Honeywellin datasheetillä (LIITE 1) nähdään selitykset tuotteen nimelle:

- 26PC
  - Tuotteen sarjan nimi.
- A
  - Toiminta-alue on 1psi eli paunaa tuumaneliötä kohti. Tämä vastaa noin 6,89 kilopascalia. Tämä on maksimaalinen paine.
- F
  - Tiivistemateriaali, tässä tapauksessa tiivisteenä on käytetty fluorisilikooni tiivistettä.
- D
  - Paineportin tyyppi. Tässä sensorissa on modulaarinen eli tasainen pinta.
- 2G
  - Terminaalin ja tiedon ulostulon valinta.

Poikkileikkauksesta näkee painesensorin koostuvan viidestä tärkeästä osasta (KUVA 2):

- Kotelosta (musta)
- Tiivisteestä (punainen)
- Sensorin jalat (keltainen)
- Kalvo (sininen)
- Ilmakanavat (vihreä)

Ylemmästä kanavasta tulee mitattava ilmanpaine ja sensorin alapuolella on jätetty tilaa, jotta kalvon muodon muuttuessa ilma pääsee liikkumaan. Paineen painaessa kalvoa syntyy muodonmuutosta, joka on havaittavissa jännitteen muutoksesta.

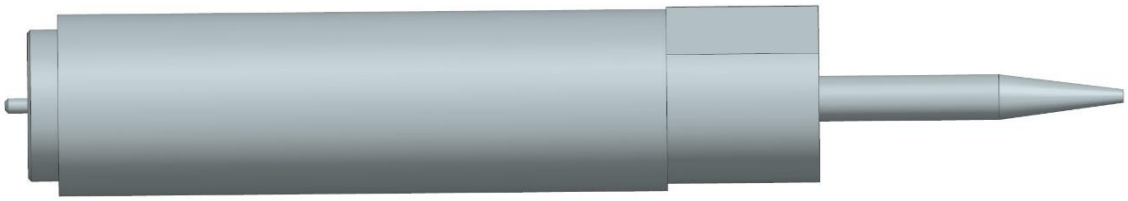
Kuva 2. Painesensorin poikkileikkaus

3 PIPETTI

Analyysilaitteessa on kaksi erilaista pipettiä, joissa on molemmissa sama opinnäytteessä käsiteltävä RTT-kortti, pientilavuuspipetti eli LV-pipetti ja suurtilavuuspipetti eli HV- pipetti. Pipeteillä on rakenteellisesti ja käyttötarkoituksellisesti eroja, mutta toimintatapa on lähes sama. Pipetin toimintaperiaate perustuu air displacement- eli ilmamäntä-tekniikkaan. Paineen mittaus tapahtuu aina ilman avulla ja normaali tilanteessa ilmakanavassa ei ole nestettä. Ilmakanavaan voi päästä pieniä määriä nestettä, joka on havaittavissa mittatuloksissa.

3.1 Suurtilavuuspipetti

Suurtilavuuspipetti eli HV-pipetti on paljon selkeämpi ja helpompi valmistaa kuin pientilavuuspipetti, koska siinä on vähemmän liikkuvia osia (KUVA 3). Toiminta perustuu siihen, että pipetissä on moottori, joka liikuttaa mäntää ilmatiiviissä putkessa aiheuttaen joko yli- tai alipainetta. Pipetin kärjen ollessa näytenesteessä moottori vetää mäntää taaksepäin, jolloin järjestelmään tulee alipaine ja näyteneste aspiroituu pipettiin.

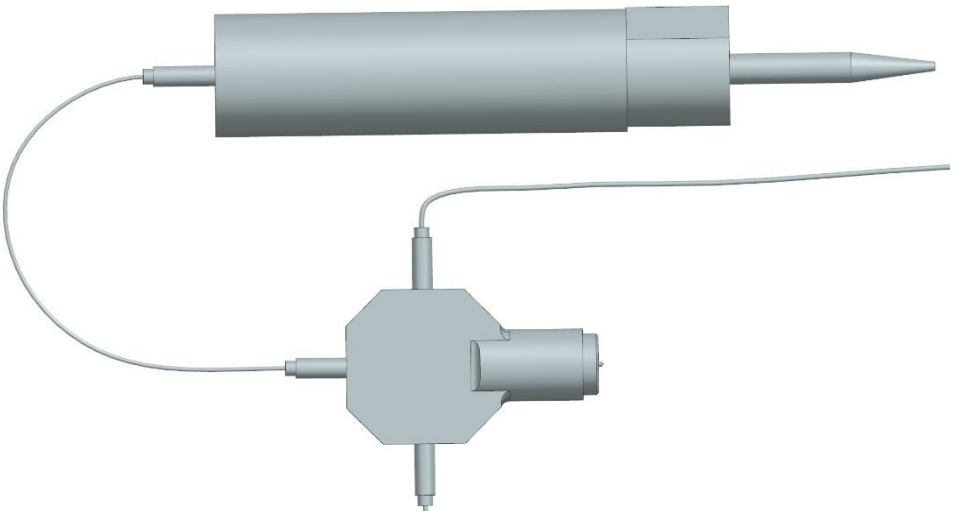


Kuva 3. Suurtilavuuspipetti

HV-Pipetti on suunnittelut niin, että sillä voidaan siirtää suurempia näyte-eriä kerralla. Tämä nopeuttaa prosessia huomattavasti, jos kyseisen näyte-erän ei tarvitse olla niin tarkasti mitattu. Suurtilavuuspipetin annostelukoot ovat 20–200 mikrolitraa ja maksimissaan pipetin kärkeen mahtuu 1,2 millilitraa, mikä tarkoittaa sitä, että pipetillä voidaan siirtää 6 annosta kerralla (Wallac Oy. 2017).

3.2 Pientilavuuspipetti

Pientilavuuspipetti eli LV-pipetti on hienosäätöisempi versio HV-pipetistä. Tämä tarkoittaa sitä, että siinä on enemmän liikkuvia osia. Itse pipetin rungon lisäksi on erillinen pumppu, joka hoitaa tarkemman systeeminesteen liikuttelun. Pumppu ~~toimii niin, että se~~ on liitettynä 3-tieventtiiliin. Venttiilin aukoista kaksi on käytössä, toinen vie pipettiin ja toinen systeemivesisäiliöön (KUVA 4).



Kuva 4. Pientilavuuspipetti

Kulkuväylä pumpun ja systeeminesteen säiliön kanssa aukeaa ensin. Pumppu vetää männän taakse ja aspiroi systeeminestettä mahdollisimman paljon. Tämä toistuu, kunnes systeemi on huuhdeltu täysin ja sitten nestettä tuodaan takaisin päin, jotta pipettiin jää määrätyn verran ilmaa.

LV-pipetissä on liikkuvien osien suuren määrän vuoksi suurempi riski vuotaa ilmaa systeemiin esimerkiksi letkujen liitoksien kautta. Tämä on kuitenkin helposti havaittavissa paineen mittauksen tuloksista ja siten helppo korjata.

Erillisen pumpun ja systeeminesteen vuoksi voidaan LV-pipetillä saada aikaan todella tarkkoja annoskokoja. Pumpun kierteet on mitattu niin, että yksi kierre vastaa yhtä mikrolitraa tilavuudeltaan. LV-pipetissä normaali kerta näytekoko on

5 mikrolitraa ja normaali koko näytteen siirto määrä on 50 mikrolitraa. (Wallac Oy. 2017.)

3.3 RTT-kortti

Molemmissa pipeteissä käytetään samaa RTT-korttia paineen mittaamiseen (Wallac Oy. 2017). Paineen tunnistusta on hyödynnetty useassa eri toiminnossa pipetissä:

- Näytenesteen aspiroinnin tai poistamisen onnistumisen seuranta
    - Painelukemasta tunnistaa, onko pipetin kärki koko aspiroinnin ajan nestepinnan alapuolella.
    - Painelukemasta tunnistaa, onko näytenestettä ollut oikea määrä.
    - Tunnistaa näytepullon nestepinnan korkeus.

Paineen tunnistusta on hyödynnetty myös kärjen laadun seurannassa:

- Tunnistaa onko pipetissä kärki paikallaan tai onko se irrotettu.
- Varmistaa pipetin kärjen ja itse pipetin liitoksen ilmatiiveys.
    - Tiiveystestissä pipetin kärki painetaan pehmeään muovialustaa, jolloin luodaan ilmatiivis este ja pipetti tuottaa pienen paineen ja paineen tulisi pysyä rajatulla arvolla kolmen minuutin ajan.
- Tunnistaa onko pipetin kärki kunnossa.

Jotta RTT-kortin valmistusprosessia oli mahdollista ymmärtää tarkemmin, työtä varten otettiin yhteys korttia valmistamaan yritykseen Tepcomp Oy. Yritys sijaitsi Turussa, joten oli mahdollista suorittaa yritysvierailu, jossa tutustuttiin tarkemmin kortin valmistusprosessiin:

1. Kortin valmistukseen vaadittavat komponentit tilataan valmistajilta
    - (piirilevy, pintajuotos komponentit ja käsin juotettavat komponentit)
    - Tepcomp ei valmista itse mitään komponentteja
2. Piirilevyt lastataan useamman piirikortin kokoisissa levyissä pintajuotos-koneeseen. Samalla lastataan pintaliitoskomponentit keloissa koneeseen.

3. Pintaliitoskomponentit asetellaan kortille ja kone lisää juotoksen ja lämmittää ne.
4. Kortit tarkastetaan manuaalisesti tai automaattisesti riippuen pintaliitoskoneen mallista.
5. Kortit irroitetaan levystä ja niihin juotetaan käsin juotettavat komponentit.
6. Kortin komponentit testataan jännitetesterillä.

4 KORJAUSMENETELMÄT

Seuraava vaihe työssä oli ideoida mahdollisimman useita eri vaihtoehtoja vian korjaamiseen. Ideoita arvioitiin niin, että tarkasteltiin niiden hyviä ja huonoja puolia, jonka jälkeen päätettiin, olisiko kyseinen korjaus tuotannon ja valmistuksen kannalta paras mahdollinen.

4.1 Hionta/koneistus

Nykyinen korjausmenetelmä eli hionta ei ole taloudellisesti eikä tuotannollisesti sopiva ratkaisu. Hiomalla tai koneistamalla voidaan olla varmoja, että vaikka painesensorin kotelo valmistettaisiin laajemmilla toleransseilla, tulee mittatarkkuus olemaan oikea lopputuotteessa. Kotelon ei tulisi olla liian matala laadittujen toleranssien mukaan ja sen ollessa liian korkea voidaan ongelma korjata poistamalla ylimääräinen materiaali.

Tästä korjausmenetelmästä löytyy enemmän huonoja puolia, jonka vuoksi työstötapa ei ole kannattava. Hionnassa on riskinä, että sensorin sisälle pääsee työskentelymenetelmästä purua, joka vaikuttaa suoraan sensorin toimintaan. Samalla pinnanlaatu kärsii, ellei hiontaa suoriteta hienolla hiomatyökalulla, joka taas näkyy suoraan tuotannon kestossa ja kustannuksissa. Koneistamisessa tulee ongelmaksi vastaan isomman erän valmistaminen nopeasti. Tähän tulisi suunnitella pidin, jolla voitaisiin tehokkaasti koneistaa useampi sensori kerralla, joten tämäkään ei ole tuotannollisesti ideaalinen ratkaisu.

4.2 3d-tulostus

Tutkittuani vaihtoehtoisia ratkaisuja, jotka olisivat 3D-tulostettavissa, totesin, ettei tämä ole sopiva ratkaisu tuotannolliseen käyttöön. Nykyisellä 3D-tulostustekniikalla valmistus on hidasta ja vaikka tukipalan kokoa muuttaisi nykyisen tilanteen korjaamiseksi, voi ongelma palata seuraavan kerran, kun painesensorin koko muuttuu uudelleen. Jos kyseessä olisi yksittäin tilattavat

pienet erät, joissa on paljon mittojen muutoksia, olisi tulostus varteenotettava idea.

4.3 Tukikappaleen muutos

Tepcompiin tehdyn yritysvierailun jälkeen heräsi idea, jolla ongelman voisi korjata pysyvästi. Korjaus toimisi niin, että tukipala suunniteltaisiin uudelleen, sekä painesensorin juotostyyli. Nykyisin painesensorit juotetaan, niin että RTT-korttia pidetään pöytää vasten ylösalaisin ja painesensori juotetaan kiinni. Tämän jälkeen varmistetaan sensorin suoruus silmämääräisesti. Nykyisen tukipalan ansiosta suoruus on lähes taattu.

Suunnittelemalla ja valmistamalla Tepcompille juotosasema, jolla varmistuu paine sensorin syvyys ilman vanhan tukipalan tukipintoja, voidaan ongelman poistamiseksi valmistaa joustavampi juotos ratkaisu. Tämä vaatii juotosalustan, eli jigin, jolla eliminoidaan painesensorin vaurioitumisen riski ja varmistetaan, että juotos onnistuu suoraan ja tarkasti.

Korjauksena vaikeimmat kohdat tulisivat olemaan toleranssit sensorin ja tukipalan välillä ja juotoksen syvyyden tarkkuuden varmistaminen. Hyvänä puolena on se, että suunniteltu juotosalusta varmistaa juotoksen tarkkuuden ja suoruuden, joka olisi pysyvä ratkaisu tähän ongelmaan.

4.4 O-rengas

Teknisistä piirustuksista selviää, että nykyinen o-rengas on kovuudeltaan 50A shore. Shorella tarkoitetaan Shore-lujuustaulukkoa, joka on standardisoitu taulukko erilaisille muoveilla ja kumeille. Tämä kovuus vastaa hieman kovempaa kumia kuin tavallinen pyyhekumi.

Nykyinen kovuus voi vaikuttaa negatiivisesti paineen mittaukseen tukipalan muutoksen kanssa, koska jos o-rengas on liian kova, voi olla vaikea saada tarpeeksi ilmatiivistä liitosta aikaan. Kun piirikortti asennetaan pipettiin voi liian

kovasta o-renkaasta aiheutua myös komponentti vahinkoa. Rengas painaa liian kovasti paine sensoria vastaan ja se voi taivuttaa sensorin jalkoja ja vääristää mittatuloksia, tai jopa rikkoa sen.

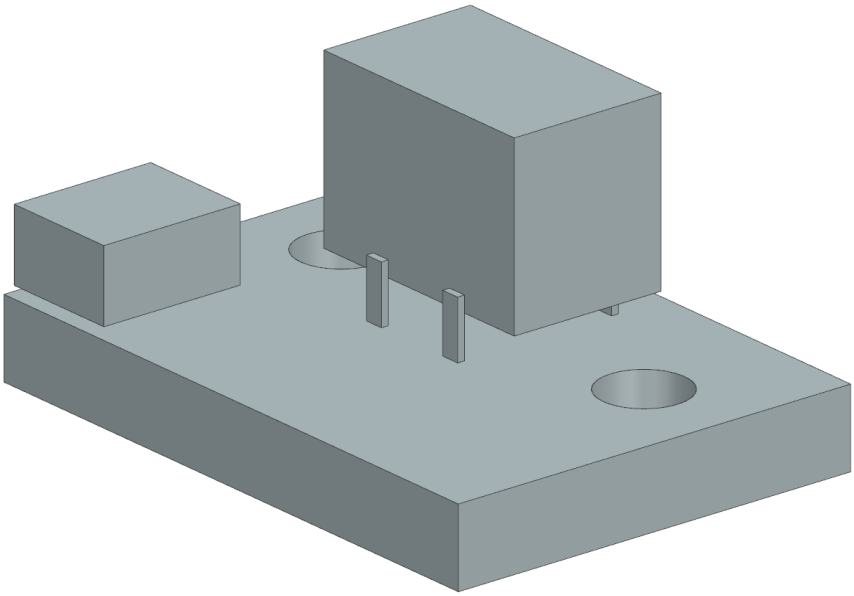
4.5 Kehitysidean päättäminen

Keskusteltuani ohjaajien kanssa päätettiin, että tukipalan muuttaminen ja jigin suunnittelu on paras korjausvaihtoehto. Muiden vaihtoehtojen ongelmana oli niiden korjaava vaikutus tulevaisuuden kannalta. Mikäli sensorin kokoa muutetaan uudelleen, joudutaan näitä vaihtoehtoja muuttamaan jälleen. O-rengasta voidaan tutkia lisää tukipalan suunnittelun jälkeen.

5 TUKIPALAN UUDELLEEN SUUNNITTELU

5.1 Uusi tukipala

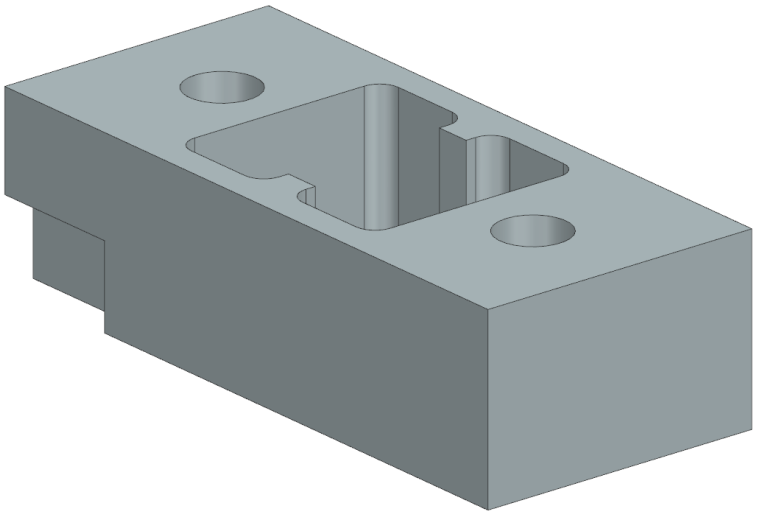
Korjausvaihtoehdon päättämisen jälkeen seuraava vaihe oli aloittaa suunnittelu. Ensityöksi mallinnettiin RTT-kortista 3D-malli Siemens NX -ohjelmalla (KUVA 5), jotta on helpompi seurata tukipalan ja juotosaseman sopivuutta piirikorttiin.



Kuva 5. Mallinnettu RTT-kortti

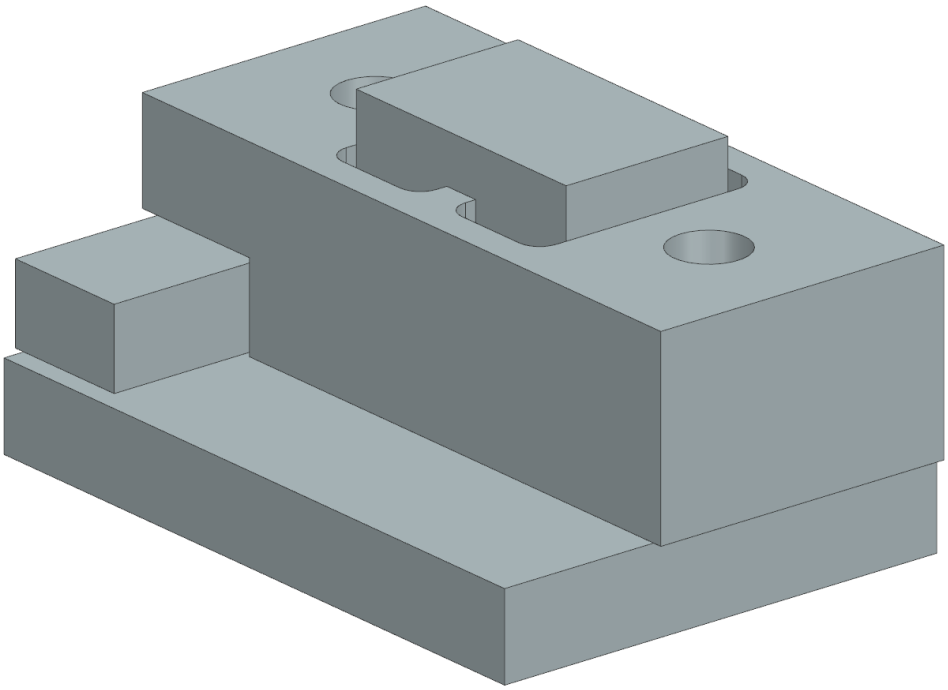
Kortista on mallinnettu tärkeimmät komponentit, jotta tukipalan mallintaminen olisi helpompaa, koska tukipala ei saa olla kosketuksessa oikosulun vuoksi. Tämän jälkeen mallinnettiin uusi tukipala hyödyntäen vanhan tukipalan mittoja ja suunnittelupäätöksiä.

Uudessa palassa on otettu huomioon kortin tärkeimmät komponentit; Piirikortin liitin, painesensorin paljaat jalat ja piirikortin kiinnitysreiät. Lisäksi on huomioitu koneistamisessa se, että täydellisen nelikulmaisen reiän tekeminen on mahdotonta, tekemällä jalkoja väistävien syvennysten reunat pyöreiksi (KUVA 6).



Kuva 6. Uusi tukipala

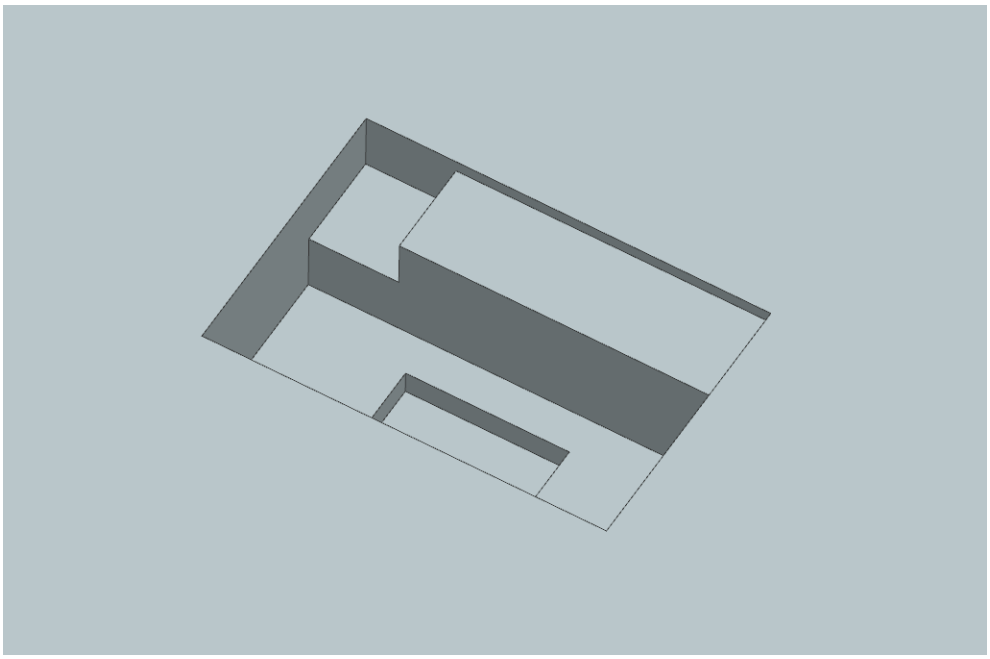
Tämän jälkeen tehtiin NX:ssä kokoonpano, jossa varmistettiin, etteivät tärkeimmät komponentit mene toistensa päälle ja että mitat ovat sopivat (KUVA 7).



Kuva 7. Kokoonpano kortista ja uudesta tukipalasta

Kun uudesta tukipalasta oli tehty alustava suunnitelma, pystyttiin aloittamaan uuden juotosalustan suunnittelu, joka mahdollistaisi tämän tukipalan käyttämisen. Tarkoituksena oli tehdä alusta, johon komponentit saisi helposti niin, että ne ovat varmasti oikeassa asennossa.

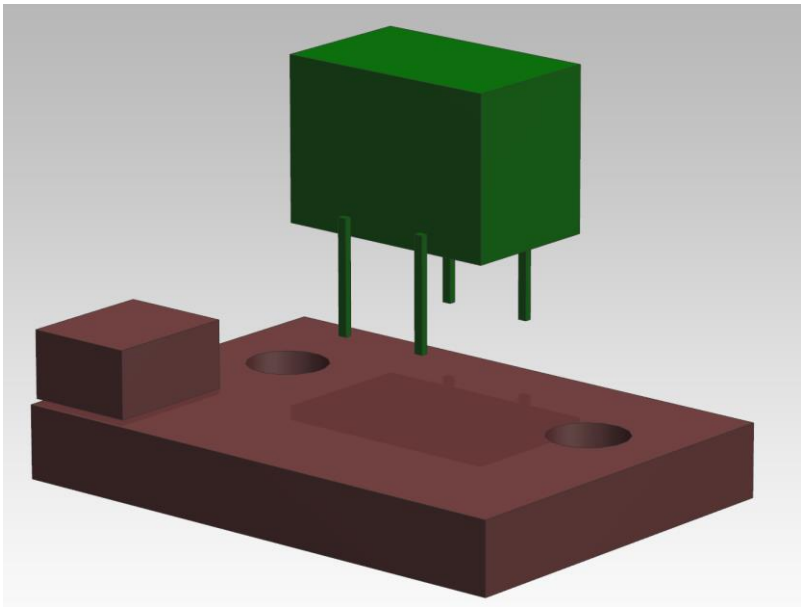
Ensimmäisessä versiossa oli tehtynä syvennys, johon RTT-kortin sai vain tietyssä asennossa. Tämän lisäksi syvennyksessä olisi tarkasti koneistettu 2 mm syvyinen kolo tukipalan pinnasta. Näin saataisiin varmistettua, että painesensorin pinta olisi aina oikealla korkeudella tukipalan pintaan verrattuna (KUVA 8).



Kuva 8. Juotosalustan syvennys

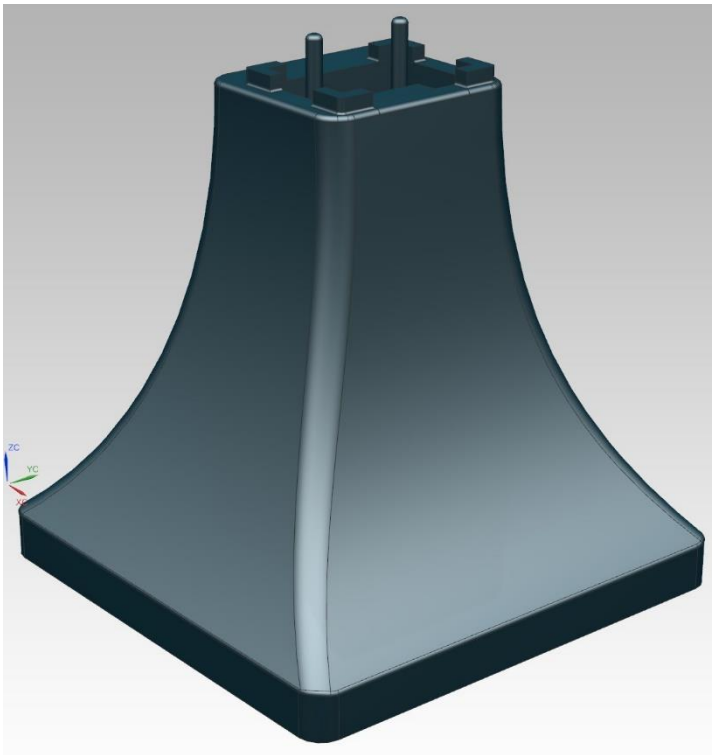
Tämän jälkeen idea esiteltiin toiselle yritysohjaajalle, jonka mielestä idea on sopiva jatkokehitettäväksi. Seuraava askel oli parannella mallia ja sopia esittelypalaveri Tepcompille, jotta saisimme palautetta myös korttia valmistavalta taholta.

Mallien tutkimisen ja suunnittelun helpottamista varten eriteltiin RTT-kortista painesensorin, jotta nämä kaksi olisivat eri 3D- mallit (KUVA 9).



Kuva 9. RTT-kortti ja painesensori

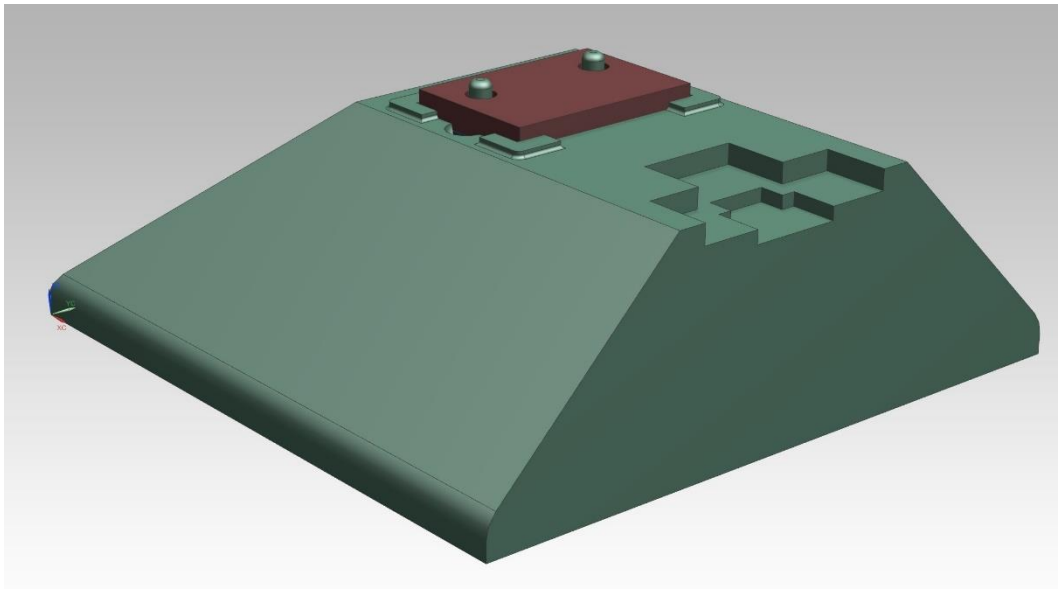
Mallinsin juotosaseman ulkomuodosta siistimmän näköisen ja lisäsin muutaman tukielementin, jotta komponenttien asettelu väärin olisi mahdollisimman vaikeaa (KUVA 10).



Kuva 10. Juotosalusta versio 2

Alustan mallin tekemisen jälkeen pidimme palaverin Tepcompin kanssa. Heidän mielestä idea on selkeä ja toteutuskelpoinen, mutta muutamia puutteita he huomauttivat ja antoivat rakentavaa palautetta, jonka avulla mallia saatiin paranneltua.

Juotosaseman kolmannessa versiossa otettiin huomioon 3D- tulostettavuus, jotta voitaisiin tulostaa alusta ja testata istuvuutta komponenteilla (KUVA 11).

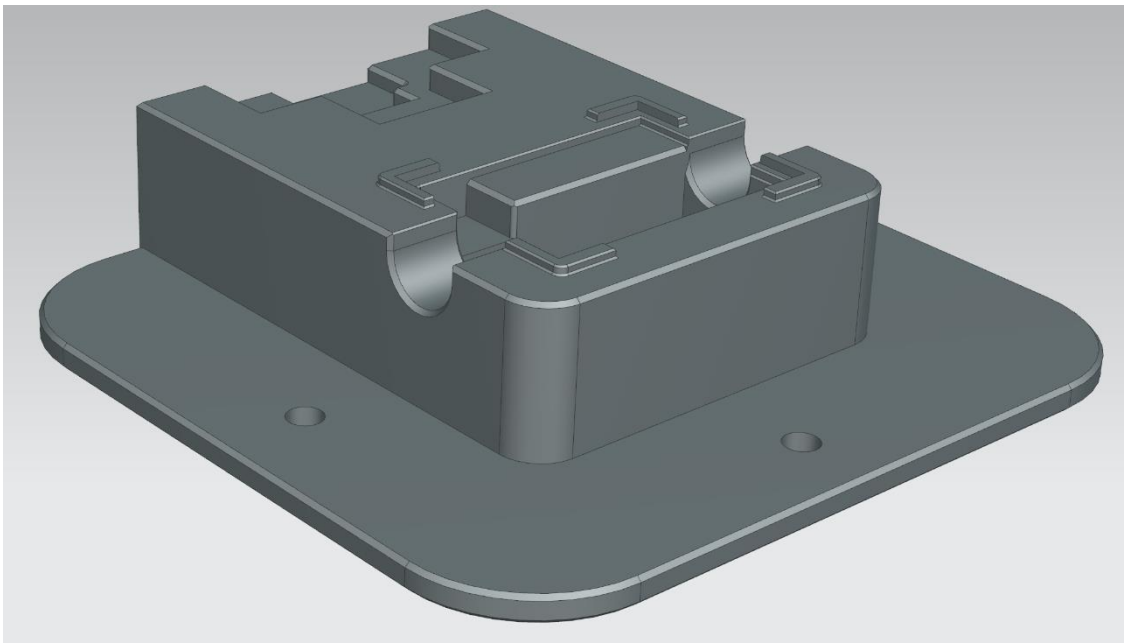


Kuva 11. Juotosalusta versio 3

Alustan Ylimääräistä korkeutta vähennettiin huomattavasti, koska se ei ollut välttämätöntä toiminnallisesti ja olisi veisi turhaa materiaalia valmistuksessa. Lisäksi juotoskoloon lisättiin poistokolot, jotta kortin ottaminen pois sieltä juottamisen jälkeen olisi huomattavasti helpompaa. Alustaan lisättiin myös tarkastuspiste, jossa voidaan varmistaa juotoksen onnistuminen. Tarkastuspiste on yksinkertaisesti vain syvenne tukipalan pinnalle ja siitä 2mm syvempi kohta painesensorin pinnalle.

5.2 3D-tulostus ja tarkastelu

Seuraavaksi alusta 3D tulostettiin, jotta sitä pystyisi paremmin tarkastelemaan ja testattiin RTT-kortin istuvuutta alustaa. Kortti istui hieman turhan tiukasti juotosalustaan, ja sivuihin mallinnetut nostoaukot olivat liian pienet. Muutoksena tehtiin materiaalin lisäpoistoa, kortin nostokolojen suurennusta ja alustaan lisättiin reiät, jos alustan tahtoo kiinnittää pöytään (KUVA 12).



Kuva 12. Juotosalusta versio 4

Muunneltu alusta tulostettiin 3D-tulostimella ja tarkasteltiin siihen lisättyjen muutosten sopivuutta. Tässä vaiheessa opinnäytetyöprojektin aikataulu alkoi olla loppumassa, jonka vuoksi ohjaajien kanssa keskustelimme projektin seuraavista vaiheista.

6 ALUSTAN TULEVAISUUS JA YHTEENVETO

Työn tavoite oli suunnitella korjaus pipetin painesensorissa olevaan suunnittelu virheeseen. Ongelma oli painesensorin muuttunut koko, jota ei oltu otettu huomioon valmistuksessa. Tämä aiheutti ylimääräistä painetta kokoonpanovaiheessa, mikä vaikutti negatiivisesti sensorin mittatuloksiin. Seuraavaksi tutkittiin ja arvioitiin eri korjausvaihtoehtoja ja niistä tuli päättää tuotannollisesti

Seuraava askel työssä on luoda mittapiirustus tarkoilla ja oikeilla toleransseilla, jonka mukaan alusta valmistettaisiin koneistamalla. Tärkeimpinä mittoina toimivat juotoskolon pintojen suoruus ja tukipalan pinnan ja painesensorin pinnan korkeusero. Kappaleen muut mitoitukset voidaan valmistaa yleistoleransseilla. Modernien koneistuskeskuksien tarkkuus on nykyisin noin sadas- tai tuhannesosamillimetrin välillä, joten tarkkuus ei ole rajoite tämän kappaleen valmistukselle.

Juotosalustan valmistamisen jälkeen tulee tilata pieni protoerä uusia tukipaloja, jotta voitaisiin testata alustan toimivuutta. Wallac Oy:n tuotekehityksen portaikko on niin pitkä, ettei opinnäytteen tekemisen aikana ehditty valmistaa koneistettua versiota juotosalustasta.

Opinnäytteen tekemisen oletin ratkaisun olevan jokin todella simppeli, kuten vanhan tukipalan mitan muutos. Tästä kuitenkin onnistuttiin keksimään ja suunnittelemaan todella mielenkiintoinen tuotekehitysprojekti, johon otettiin usean yrityksen ja monien työntekijöiden mielipiteitä mukaan. Projektin aikana olen oppinut todella paljon tuotekehityksestä, sen vaiheista ja ryhmätyöskentelystä isossa yrityksessä. Opin myös, kuinka paljon työtä on, kun tehtävänä on korjata jokin ongelma pysyvästi. Tähänkin ongelmaan oli monta helppoa ratkaisua, mutta nämä ratkaisut olisivat toimineet vain väliaikaisesti. Päätetyllä korjausmenetelmällä voidaan varmistaa mahdollisimman suoraviivainen valmistusmenetelmä ja näin välttää mahdollisilta ihmisvirheiltä.

LÄHTEET

Saxholm, Sari – Rantanen, Markku 2011: Paineen Mittaus. Mittatekniikan keskus. Espoo. Viitattu: 23.02.2022. https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/MIKES/2011-J1.pdf

Wallac Oy, Helmikuu 2017: GSP Service manual. Viitattu 14.04.2022

26PC Series, Compensated/Unamplified

Figure 2. Nomenclature and Order Guide[1, 4]

For example, a **26PCBEJ6G** catalog listing defines a 26PC Series Miniature Low Pressure Sensor, Compensated/Unamplified, 5 psi pressure range, EPDM seal material, needle pressure port type, 1 x 4 SIP, 15,2 mm [0.60 in] long termination configuration, with normal polarity output and gage pressure measurement type.

26PC	B	E	J	6G
Product Series	Pressure Range	Seal Material	Pressure Port Type	Termination Configuration, Output, Pressure Measurement Type
26PC Series Miniature Low Pressure Sensors, Compensated/ Unamplified	**A** 1 psi	**F** fluorosilicone	**A** Straight	**6D** 1 x 4 SIP, 15,2 mm [0.60 in] long, normal polarity, differential
	B 5 psi	**E** EPDM	**B** Barbed	**6G** 1 x 4 SIP, 15,2 mm [0.60 in] long, normal polarity, gage
	C 15 psi	**N** neoprene[2]	**C** Luer	**1G** 1 x 4 SIP, 10,2 mm [0.40 in] long, normal polarity, gage
	D 30 psi		**D** Modular	**2G** 2 x 2 DIP, normal polarity, gage
	F 100 psi		**H** M5 thread port	
	G 250 psi		**I** 90° (opposite Pin 1)	
			J Needle	
			K 90° (toward Pin 1)	
			M 1/4-28 thread	
			S Manifold mount	
			T Long barbed	