

Santeri Orava

NEULATARTTUJAN SUUNNITTELU

NEULATARTTUJAN SUUNNITTELU

Santeri Orava
Opinnäytetyö
Kevät 2019
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikan tutkinto-ohjelma, koneautomaatio

Tekijä: Santeri Orava
Opinnäytetyön nimi suomeksi: Neulatarttujan suunnittelu
Opinnäytetyön nimi englanniksi: Design of Needle Gripper
Työn ohjaaja: Eero Korhonen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2019
Sivumäärä: 25 + 0 liitettä

Neulatarttujaa käytetään robottisovelluksissa ohuiden, keveiden ja huokoisten tuotteiden nostamiseen ja siirtämiseen. Ginolis Oy:llä oli tarve jatkokehittää nykyisten neulatarttujen lisäksi uusia neulatarttujia erilaisilla toimintasovellutuksilla.

Opinnäytetyössä tehtävänä oli suunnitella ja valmistaa maksimissaan kolme erilaista prototyyppiä neulatarttujasta. Lisäksi tehtävänä oli selvittää alihankkija neulojen valmistukselle.

Työssä perehdyttiin tilaajayrityksen valmistamiin neulatarttuihin sekä niiden käytössä selvinneisiin ongelmiin. Suurimmat ongelmat olivat liiallinen tilanvienti, komponenttien lämpeneminen, haitallisten aineiden tarttuminen tarttujaan ja tarttujan heikko skaalattavuus. Lisäksi tietoa neulatarttujen toiminnasta ja rakenteista etsittiin internetistä tutkimalla kilpailijoiden vastaavia tuotteita.

Selvitystyön pohjalta aloitettiin neulatarttujen suunnittelu erilaisilla voimanvälityksillä. Neulatarttujan toimintaa suunniteltiin toteutettavaksi paineilmalla, alipaineella, magneettitoimisena, sähkötoimisena ja hammasvälityksellä. Suunnittelu- vaiheen päätteeksi neulatarttujasta valmistettiin paineilma- ja alipainetoimiset prototyypit.

Prototyypeistä paineilmatoiminen neulatarttuja saatiin toimimaan ja sillä pystyttiin nostamaan ja siirtämään liuskaa. Kuitenkin alkuperäisesti käyttöön suunnitellut jouset vaihdettiin jäykempiin. Alipainetoimista neulatarttujaa ei saatu toimimaan testausvaiheessa. Alipainetoimisen neulatarttujan toimintaan saattaminen vaatii muutoksia suunniteltuihin osiin. Liukupintojen mitoitus vaatii lisäsuunnittelua. Neulatarttujassa käytettäville neuloille saatiin hankittua alihankkija.

Asiasanat: robotiikka, tarttuja, neulatarttuja, suunnittelu, prototyyppi

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme in Mechanical Engineering, Option of Machine Automation Engineering

Author: Santeri Orava
Title of thesis: Design of Needle Gripper
Supervisor: Eero Korhonen
Term and year when the thesis was submitted: spring 2019
Pages: 25 + 0 appendices

Needle grippers are used in robot applications to lift and transfer thin, light and porous products. Ginolis Ltd had a need to develop new needle grippers.

The objective of the thesis was to design and manufacture a maximum of three different prototypes of needle grippers. Another objective was to find a subcontractor for the manufacture of the needles.

One aspect in the thesis was to inspect the customer company's needle grippers and the problems that had been found. In addition, more information was searched about the functions and structures of needle grippers by researching competitor's products.

After researching, the design of needle grippers with different kinds of power solutions was started. These power solutions included compressed air, underpressure, magnetism, electricity and gear wheel functionalities. After the designing stage, the solutions with compressed air and underpressure were manufactured as prototypes.

Of these prototypes the one with compressed air was working almost as it was designed to. To be able to make the prototype operate correctly, few modifications had to be designed to the gripper parts. The underpressure prototype was not working as it was designed to in the test runs. To make the prototype function properly, changes have to be done in some parts of the needle gripper. The manufacturer for the needles used in the needle grippers was found.

Keywords: robotics, gripper, needle gripper, design, prototype

ALKULAUSE

Haluan kiittää Ginolis Oy:n henkilökuntaa, joka ammattitaidollaan auttoi minua opinnäytetyön tekemisessä. Suuret kiitokset myös yliopettaja Eero Korhoselle, joka toimi opinnäytetyön ohjaajana.

Lisäksi haluan kiittää läheisiäni tukemisestani opinnäytetyön aikana.

Oulussa 13.5.2019

Santeri Orava

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Ginolis Oy	7
1.2 Opinnäytetyön aihe	8
1.3 Opinnäytetyön tavoitteet	8
1.4 Opinnäytetyön rajaus	8
2 NEULATARTTUJA	9
2.1 Toimintaperiaate	9
2.2 Käyttökohteet	10
3 NEULATARTTUJEN MEKAANISET RATKAISUT	11
3.1 Sähkötoiminen neulatarttuja	11
3.2 Paineilmatoiminen neulatarttuja	12
4 VAATIMUSMÄÄRITTELY	13
5 KONSEPTIN TODENNUS PROTOTYYPIN AVULLA	14
5.1 Esisuunnittelu	14
5.1.1 Magneettitoiminen neulatarttuja	14
5.1.2 Hammasvälityksellä toimiva neulatarttuja	15
5.1.3 Paineilmatoiminen neulatarttuja	16
5.2 Yksityiskohtainen suunnittelu	16
5.2.1 Tarttujan runko	17
5.2.2 Kiinnityslevyt	18
5.2.3 Neula	19
5.2.4 Neulankiinnitysholkki	20
5.2.5 Jousen alustava valinta	21
5.3 Asennus ja kokoonpano	21
5.4 Testaus	22
6 YHTEENVETO	24
LÄHTEET	25

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee neulatarttujan suunnittelua. Työn tilaajana toimii Ginolis Oy. Neulatarttujia suunnitellaan ja valmistetaan erilaisilla toimintasovelluksilla vastaamaan asiakkaiden tarpeita. Suunnittelu sisältää salassa pidettäviä tietoja neulatarttujen mitoituksesta ja valmistuksesta. Salassa pidettävät tiedot on jätetty pois tästä raportista.

1.1 Ginolis Oy

Ginolis Oy on perustettu vuonna 2010. Ginolis Oy tarjoaa asiakkailleen automaation ja nesteannostelun ratkaisuja, joita käytetään lääketieteellisten kulutustarvikkeiden tuotannossa ja käsittelyssä. Ginolis Oy:n kehittämät modulaariset ratkaisut mikrokokoonpanoon, nesteannosteluun ja laadunvarmistukseen auttavat parantamaan asiakkaiden tuotteiden laatua ja pienentämään tuotantokustannuksia. (1.)

Ginolis Oy:n asiakkaita ovat pikadiagnostiikan ja terveysteknologian alan yritykset, jotka pyrkivät nostamaan tuotantokapasiteettiaan automaatiolinjoja hyödyntäen. Ginolis Oy auttaa asiakkaitaan tuotesuunnittelussa. Tuotesuunnittelulla pyritään muotoilemaan tuotteita niin, että asiakkaan tuotantokapasiteetti saadaan maksimoitua. (2.)

Ginolis Oy työllistää tällä hetkellä noin 50 henkilöä. Yritysjohdon, suunnittelun ja tuotannon toimipaikka sijaitsee Oulunsalossa. Lisäksi Ginolis Oy:llä on toimipisteet Irlannissa, Yhdysvalloissa, Ruotsissa, Kiinassa ja Iso-Britanniassa. Ulkomaisten toimipisteiden henkilöstö on keskittynyt toimitettujen laitteiden huoltotöihin sekä uusien laitteiden myyntiin. Ginolis Oy on tarjonnut korkeakouluopiskelijoille opinnäytetyön mahdollisuuksia viime vuosina. Tavoitteena on jatkaa yhteistyötä korkeakoulujen kanssa. (2.)

Ginolis Oy:n tulevaisuuden tavoitteena on kasvattaa liiketoimintaa. Tavoitteena on olla maailman johtava tuotantoautomaatiolaitetoimittaja. (2.)

1.2 Opinnäytetyön aihe

Opinnäytetyössä perehdytään Ginolis Oy:n aiemmin valmistamiin neulatarttuihin ja niissä havaittuihin ongelmiin pyritään keksimään ratkaisuja. Lisäksi työssä tutkitaan kilpailijoiden valmistamia neulatarttujia. Tutkimustyön pohjalta suunnitellaan ja valmistetaan prototyyppisiä neulatarttujasta. Lisäksi tehtävänä on selvittää alihankkija neulojen valmistukseen.

1.3 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella ja valmistaa maksimissaan kolme erilaista prototyyppiä neulatarttujasta. Neulatarttujalla on tarkoitus pystyä tarttumaan ja kuljettamaan pikadiagnostiikkaliuskaa. Prototyyppisiä kehitetään erilaisilla mekaanisilla ratkaisuilla. Erilaisten ratkaisuiden suunnittelun lisäksi tarttujista kelvollisimmat valmistetaan ja niillä suoritetaan testiajoja.

1.4 Opinnäytetyön rajaus

Opinnäytetyön aihe on rajattu konseptin todennukseen. Työllä pyritään todentamaan, että suunnitellut neulatarttujat toimivat käytännössä. Todennukseen sisältyy tarttujan rungon suunnittelu, tarvittavan liikemekanismin suunnittelu, prototyyppin valmistus ja prototyyppin toiminnan testaus käytännössä.

Prototyyppi on sellainen versio neulatarttujasta, jota voidaan joutua ulkoasultaan muuttamaan ennen kaupallistamista. Lisäksi neulatarttujalle tulee tehdä erilaisia kestoiänmäärittämiseen liittyviä testauksia.

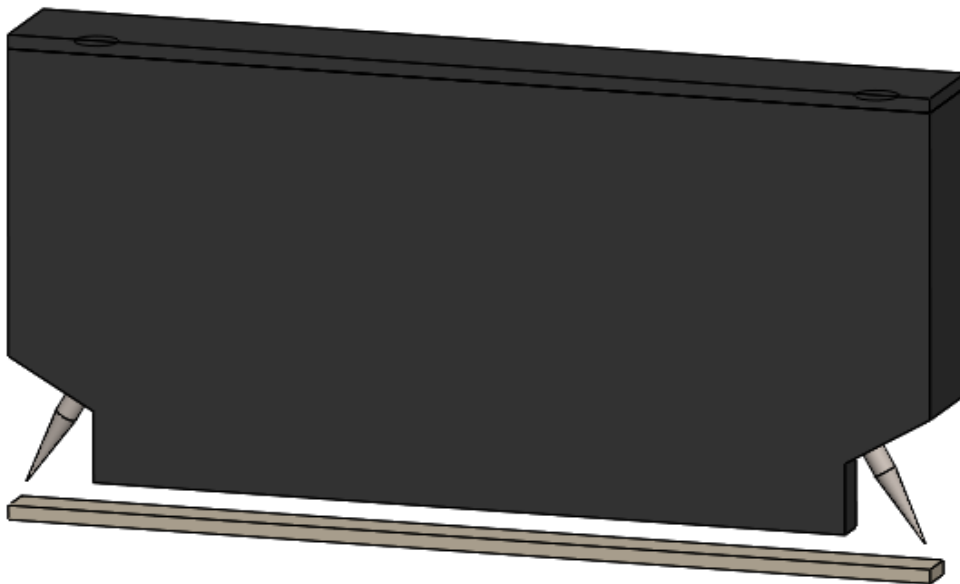
Opinnäytetyössä ei suunnitella muita kuin neulatarttujia. Opinnäytetyöhön ei kuulu laitteistojen ohjelmointia. Mahdollisista ohjelmoinneista vastaa asiantunteva ammattilainen.

2 NEULATARTTUJA

Robottiikan suosion kasvaessa tuotantolaitoksissa tulee tarttuvia olla monenlaisiin nostoihin ja siirtoihin. Neulatarttujan käytössä ominaisinta ovat massaltaan tai koluokaltaan pienet työkappaleet. Kappaleiden koko rajoittaa myös tarttujen suunnittelua. Neulatarttumat ovat lähes poikkeuksetta pienikokoisia ja suojakuorien sisälle rakennettuja tarttuvia. Ulkomuotoja on mahdollista muokata täysin työkohteen mukaisesti. (3.)

2.1 Toimintaperiaate

Sopivilla mekaanisilla ratkaisuilla neulatarttujalla saadaan aikaan nopea ja terävä liike, joka mahdollistaa tarttumisen kappaleeseen. Neulat ovat ohuita ja teräviä. Neulalla tartuttaessa kappaleeseen tulee kappaleeseen reikä. Näin ollen kappaleessa tulee olla hukkamateriaalia. Neulatarttujan avulla tartunta pystytään kohdentamaan erittäin tarkasti pienelle alueelle. Suoritettavat liikkeet ovat lyhyitä ja nopeita. Neulatarttujalta vaaditaan pitkää kestoikää. Tämä luo haasteita mekaniikan suunnitteluun. (3.) Kuvassa 1 on havainnollistettuna neulatarttuja, joka on tarttumassa liuskasta.



KUVA 1. Neulatarttuja tarttumassa liuskasta

Tarttujan ollessa kiinnitettynä robottiin ajetaan tarttujan kohdistuspinta vasten kappaletta ja sitten neulat pukataan ulos. Tartunta kappaleesta on suoritettava niin, että neulat ovat asetettuna sopivaan kulmaan. Pystysuunnassa suoraan liikkuva neula ei pysty tarttumaan kappaleeseen tukevasti ja kappale putoaa otteesta. (4.)

2.2 Käyttökohteet

Neulatarttujaa käytetään ohuiden ja huokoisten materiaalien nostoon ja siirtoon. Ohuita ja huokoisia materiaaleja ovat esimerkiksi paperi, tekstiilit ja vaahtomuovi (4). Tässä työssä on keskitytty pikadiagnostiikkaliuskan nostoon ja siirtoon. Kuvassa 2 on havainnollistettuna pikadiagnostiikkaliuskoja.



KUVA 2. Pikadiagnostiikkaliuskoja (5)

Liuskat ovat asiakkaasta riippuvaisesti erimittaisia. Kuitenkin tavanomaisesti ne ovat leveydeltään 1 - 10 mm ja pituudeltaan 20 - 100 mm. Paksuus vaihtelee täysin testin mukaan. Paksuudet ovat yleensä 0,5 - 3 mm. Huokoisia liuskoja ei pystytä nostamaan alipaineen avulla. Mikäli liikutettavia kappaleita on useita pinnottuna, imu menee tuotteesta läpi ja voi nostaa monta tuotetta kerralla. Sormitarttujalle yllä mainittujen materiaalien muoto ja rakenne luovat liikaa haasteita tarkkaan liikuttamiseen ja asettamiseen. (4.)

3 NEULATARTTUJIEN MEKAANISET RATKAISUT

Neulatarttuvia on markkinoilla erilaisilla mekaanisilla ratkaisuilla. Tarkempia tietoja tarttuvien toiminnasta on haasteellista löytää.

Työkohteet voivat olla rajoitteisia. Kaikkiin työympäristöihin ei sallita tai pystytä järjestämään paineilman käyttöä. Tällöin tarttuvan on toimittava jollain muulla sovellutuksella (4). Neuloja on yleensä kaksi tai enemmän. Markkinoilla olevissa neulatarttuvissa on yleensä 4 - 12 neulaa. Neulat menevät ristiin ja tarttuvat kapaleeseen tukevasti.

3.1 Sähkötoiminen neulatarttuja

Sähkökäyttöisiä neulatarttuvia on mahdollista rakentaa muutamilla erilaisilla sovellutuksilla. Sähkökäyttöinen sylinteri on yksinkertainen tapa suorittaa haluttu edestakainen liike. Kuva 3 havainnollistaa sähkötoimisen neulatarttuvan Schmalz Oy:n toteuttamana. Tarttuvassa on yhteensä 12 ristiin menevää neulaa.



KUVA 3. Sähkötoiminen neulatarttuja (6)

3.2 Paineilmatoiminen neulatarttuja

Useimmissa paineilmatoimisissa neulatarttujissa liikerata on toteutettu paineilmasylinterin avulla. Sylinterikäytöissä neulanliikerata ja -matka on sama kuin sylinterinliike. Neulantartuntasyvyyttä säädetään muotoilemalla tarttujanrunko sellaiseksi, että tartunta on työkohdetta vastaava. Toiminta on myös mahdollista järjestää puhaltamalla neula ulospäin ja palauttaa alipaineen avulla takaisin sisään. Saksalainen laitevalmistaja FIPA on kehittänyt neulatarttujan paineilmasylinteritoimisena, joka on esitettynä kuvassa 4.



KUVA 4. Paineilmasyylintereillä liikkeen tuottava neulatarttuja (7)

Kuvassa 4 esitetyssä sovellutuksessa neuloja on yhteensä 12. Neulat menevät ristiin ja molempiin suuntiin meneviä neuloja on kahdessa rivissä. Vastaavanlaisia tarttujia on saatavilla useilta erivalmistajilta.

4 VAATIMUSMÄÄRITTELY

Vaatimuslistan laatiminen aloitettiin yhteistyössä opinnäytetyön tilaajan kanssa aloituspalaverissa. Vaatimuslistaan on täytetty tietoja myöhemmin ennen prototyyppien suunnittelun aloittamista. Vaatimuslista on esitettyinä taulukossa 1. Neulatarttujan prototyyppien on vastattava vaatimuksia.

TAULUKKO 1. Vaatimuslista neulatarttujan suunnitteluun

KV, VV, T	Vaatimus	Pvm.	Huom.
	1. Geometria		
KV	Mitoitukselle annetut rajat	7.3.2019	
KV	Näkyvät osat viimeistellään	7.3.2019	Suunnitteluohjeiden mukaisesti
	2. Voimat		
T	Sähkötoiminen tarttuja	4.3.2019	
VV	Paineilmatoiminen tarttuja	4.3.2019	
T	Magneettitoiminen tarttuja	4.3.2019	
	3. Materiaalit		
KV	3D-tulosteet	1.3.2019	Laser sintraus
KV	Alumiini	1.3.2019	Liikkuvat osat
	5. Turvallisuus		
KV	Muotoiltava ohjeiden mukaisesti	4.3.2019	Suunnitteluohjeet
	6. Valmistus		
KV	Tulostettava	28.2.2019	
KV	Koneistettava	28.2.2019	
	7. Asennus		
KV	Tarttujan kiinnitys pikalukituksella	7.3.2019	Huomioitava suunnittelussa
	8. Käyttö		
VV	Kestoikä	1.3.2019	Määriteltä
KV	Toimintavarmuus	1.3.2019	
KV	Nopeus ja tarkkuus	1.3.2019	Vaatimusten mukaiset
	9. Kunnossapito		
KV	Puhdistettavuus	5.3.2019	Onnistuttava nopeasti
KV	Tarttujan huoltoaika	5.3.2019	Onnistuttava nopeasti
KV	Tarttujan vaihtoaika	5.3.2019	Onnistuttava nopeasti
	10. Kustannukset		
KV	Omakustanne hinta	28.2.2019	Pysyttävä sovituissa rajoissa
	11. Määräajat		
KV	Työn eteneminen ja valmistuminen suunnitelman mukaisesti	5.3.2019	
	KV = Kiinteä vaatimus		
	VV = Vähimmäisvaatimus		
	T = Toivomus		

5 KONSEPTIN TODENNUS PROTOTYYPIN AVULLA

Suunnittelun pohjana käytettiin vaatimuslistaa. Suunnittelun kannalta haastavimmat rajoitteet olivat tarttujan mitoituksessa. Vaatimuslistan tekemisen ja tarkastelun jälkeen tutkittiin Ginolis Oy:n aiemmin valmistamia neulatarttuvia tarkemmin. Vanhat neulatarttuvat purettiin osiksi. Valmistettujen ja ostettujen komponenttien toimintaa ja toleransseja tutkittiin tarkasti. Suurimmat ongelmat olivat liiallinen tilanvienti, komponenttien lämpeneminen, haitallisten aineiden tarttuminen tarttujaan ja tarttujan heikko skaalattavuus.

Omien prototyyppien tutkimisen jälkeen aloitettiin kilpailijoiden tuotteisiin perehtyminen. Internetistä löytyi muutamia eri neulatarttujanvalmistajia. Tarttuvia ei ostettu ja purettu. Kilpailijoiden tarttujista toimintaperiaatteet selvitettiin tutkimalla piirustuksia ja malleja internetistä sekä soittamalla tuotteiden myyjille.

5.1 Esisuunnittelu

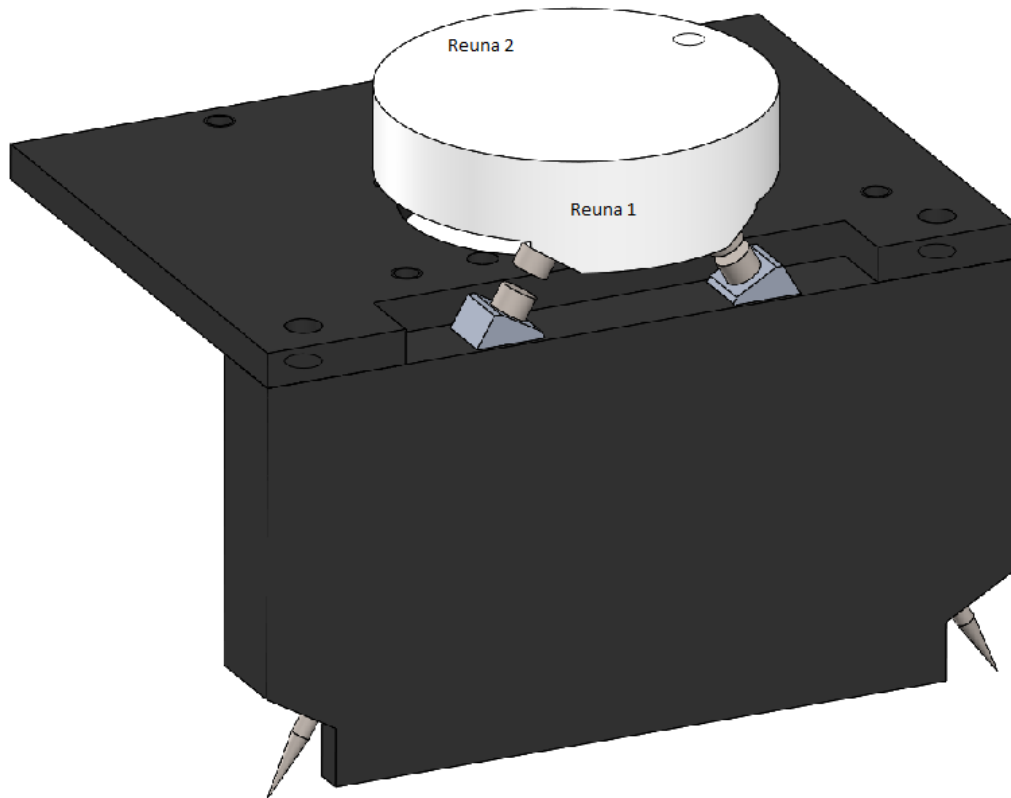
Ongelmiin perehtymisen jälkeen aloitettiin esisuunnittelu. Esisuunnitteluvaiheessa mallinnettiin 3D-piirustuksia käyttämällä SolidWorks-ohjelmistoa. Neulatarttuvia suunniteltiin käytettäväksi erilaisilla liikemekanismeilla. Neulatarttujan toiminnan, rakenteen ja yksittäisten osien suunnittelun lisäksi esisuunnitteluvaiheessa etsittiin mahdollisesti tarvittavien ostokomponenttien valmistajia ja tutkittiin niiden ominaisuuksia.

Sähkötoimisia tarttuvia varten selvitettiin moottoreiden ja vaihteistojen valmistajia. Magneettivalmistajan internet-sivuilta löytyvällä laskurilla arvioitiin tarvittavien magneettien kokoja magneettitoimiseen neulatarttujaan (8).

5.1.1 Magneettitoiminen neulatarttuja

Ensimmäinen kehitelty versio oli magneettitoiminen neulatarttuja. Magneettitoimisen neulatarttujan toteutustapoja on monenlaisia. Magneettien liikuttamiseen tarvitaan sähkömoottori tai muu halutun liikkeentuottava voimanlähde. Kuvassa 5 on esitettynä magneettitoiminen tarttuja. Magneetteja on asennettu neulankiinnitysholkkeihin ja ympyrän muotoiseen pyörivään kappaleeseen. Pyörivän kappaleen kehällä magneetit on asennettu pareittain vastaavanlaisiksi. Reunalla 1

magneetit hylkivät neulankiinnitysholkin magneetteja ja vastaavasti reunalla 2 magneetit vetävät neulankiinnitysholkin magneetteja puoleensa. Pyöritettäessä ympyrän muotoista kappaletta magneettien napaisuudet toisiinsa nähden muuttuvat. Napaisuuden muuttuessa neulat liikkuvat halutulla tavalla.

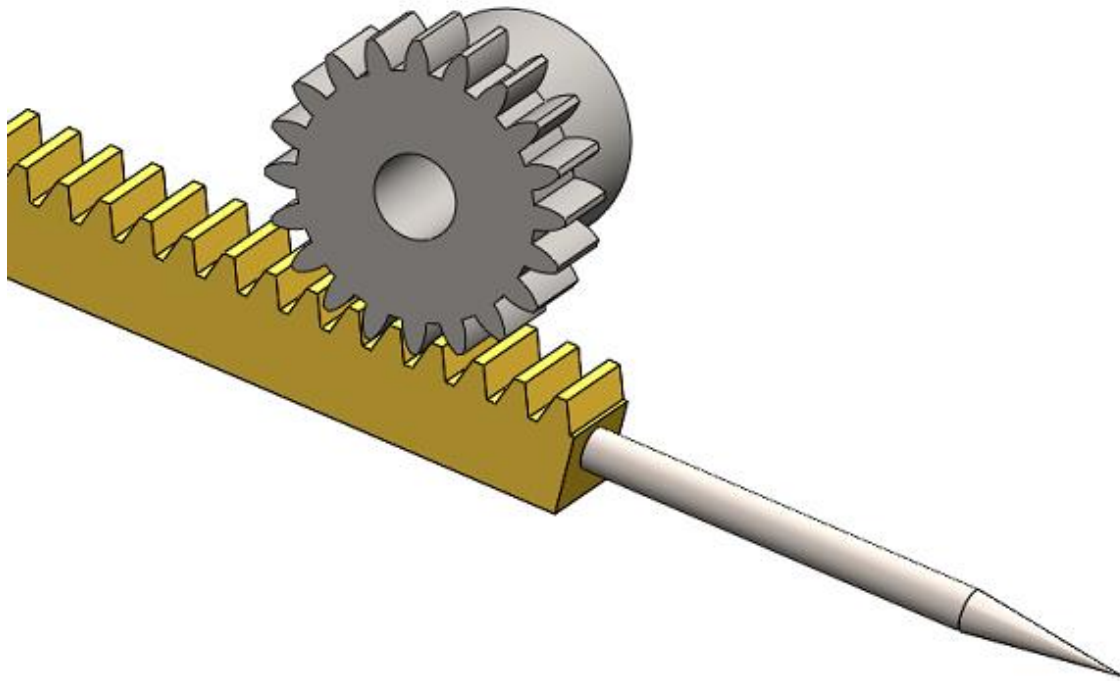


KUVA 5. Magnetismin avulla toimiva neulatarttuja

Kuvassa 5 esitetyssä tarttujassa on käytössä ainoastaan kaksi neulaa. Neulojen määrää on mahdollista lisätä muuttamalla magneettisten komponenttien ase-
mointia ja rakennetta.

5.1.2 Hammasvälityksellä toimiva neulatarttuja

Neulatarttujan liikerata on mahdollista toteuttaa hammasvälityksellä. Hammasvä-
litys menetelmään kuuluu useita eri osia. Kuvassa 6 on esitettyä liikkeen toteu-
tus hammasvälityksen avulla.



KUVA 6. Hammasvälityksellä toteutettava neulatarttujan liike

Hammasvälityksessä hammasratas vaatii akselin. Akselille tarvitaan sähkömootori tai muu toimilaite, joka tuottaa pyörimisliikkeen. Hammaskisko vaatii hampaattomille pinnoille oikein mitoitettut liukupinnat.

5.1.3 Paineilmatoiminen neulatarttuja

Paineilmalla toimivasta neulatarttujasta kehiteltiin mallia, missä neulojen ulospäin suuntautuva liike suoritettaisiin paineilman avulla ja neulan palauttaminen sisään tartunnan jälkeen tapahtuisi jousen avulla. Lisäksi vastaavanlaisella jousen palautuksella aloitettiin alipainetoimisen neulatarttujan kehittäminen.

5.2 Yksityiskohtainen suunnittelu

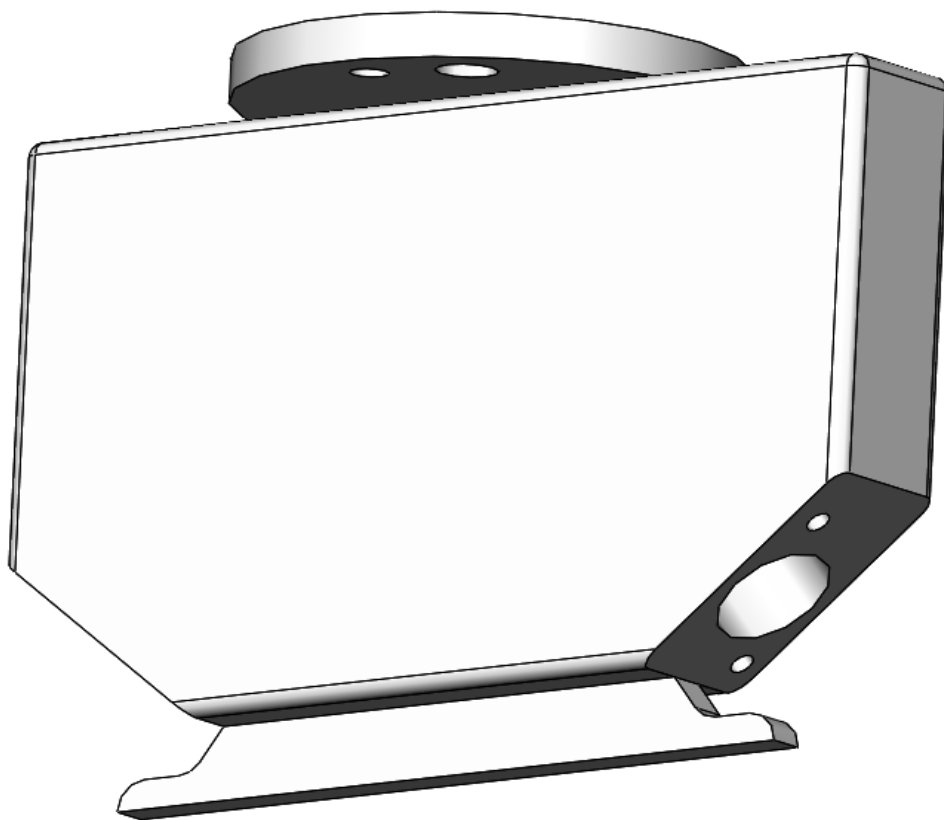
Esisuunnittelun aikana kehitetyistä neulatarttujan malleista valittiin kolme neulatarttujaa yksityiskohtaiseen suunnitteluun. Suunnittelua päätettiin jatkaa paineilma- ja alipainetoimisille sekä magneettitoimiselle neulatarttujille.

Magneettitoiminen neulatarttuja oli opinnäytetyön tilaajan toiveena. Magneettitoimisen neulatarttujan jatkokehitys päätettiin kuitenkin lopettaa kesken yksityiskohdaisen suunnittelun, koska sen mitoitus todettiin liian haasteelliseksi toteuttaa vaatimusmäärittelyssä määritettyyn kokoluokkaan.

Hammasvälityksellä toimivan neulatarttujan jatkokehitys lopetettiin jo esisuunnittelun aikana. Vaihtoehdossa todettiin olevan turhan paljon huoltoa vaativia osia.

5.2.1 Tarttujan runko

Valitut prototyypit pyrittiin valmistamaan mahdollisimman samanlaisiksi, jotta erilaisten osien valmistus saataisiin minimoitua. Tarttujen rungoissa ainoa eroavaisuus on tehty jousen kohdistukseen. Prototyyppien ulkomuotoa muokattiin useaan otteeseen ennen lopullisten muotojen hyväksymistä. Kuvasta 7 on nähtävissä suunniteltu neulatarttujan runko, joka toimii runkona molemmissa valmistettavissa prototyypeissä.

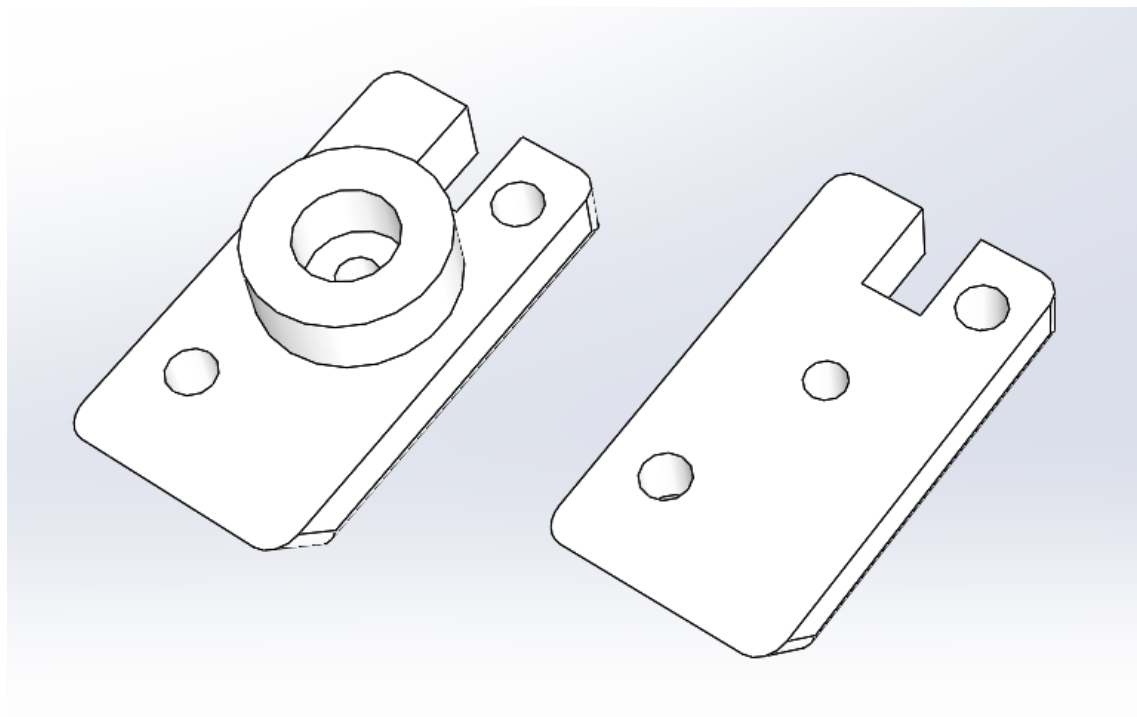


KUVA 7. Valmistettavien prototyyppien runko

Neulatarttujan päälle suunniteltiin kiinnityslevy, jonka avulla tarttuja saadaan kiinnitettyä robotin pikalukitukseen. Rungon sisälle suunniteltiin tarvittavan suuret ilmanakanavat. Kuvassa 7 tarttujan alanurkassa nähtävässä reiässä on liukupinta. Liukupinnoille suunniteltiin toleranssit. Reiässä liikkuu edestakaisin neulankiinnitysholkki. Tarttujan alimmainen pinta toimii kohdistuspintana kappaleeseen. Prototyypin runko valmistettiin 3D-tulostamalla. Materiaaliksi tulosteelle valittiin nylonmuovi.

5.2.2 Kiinnityslevyt

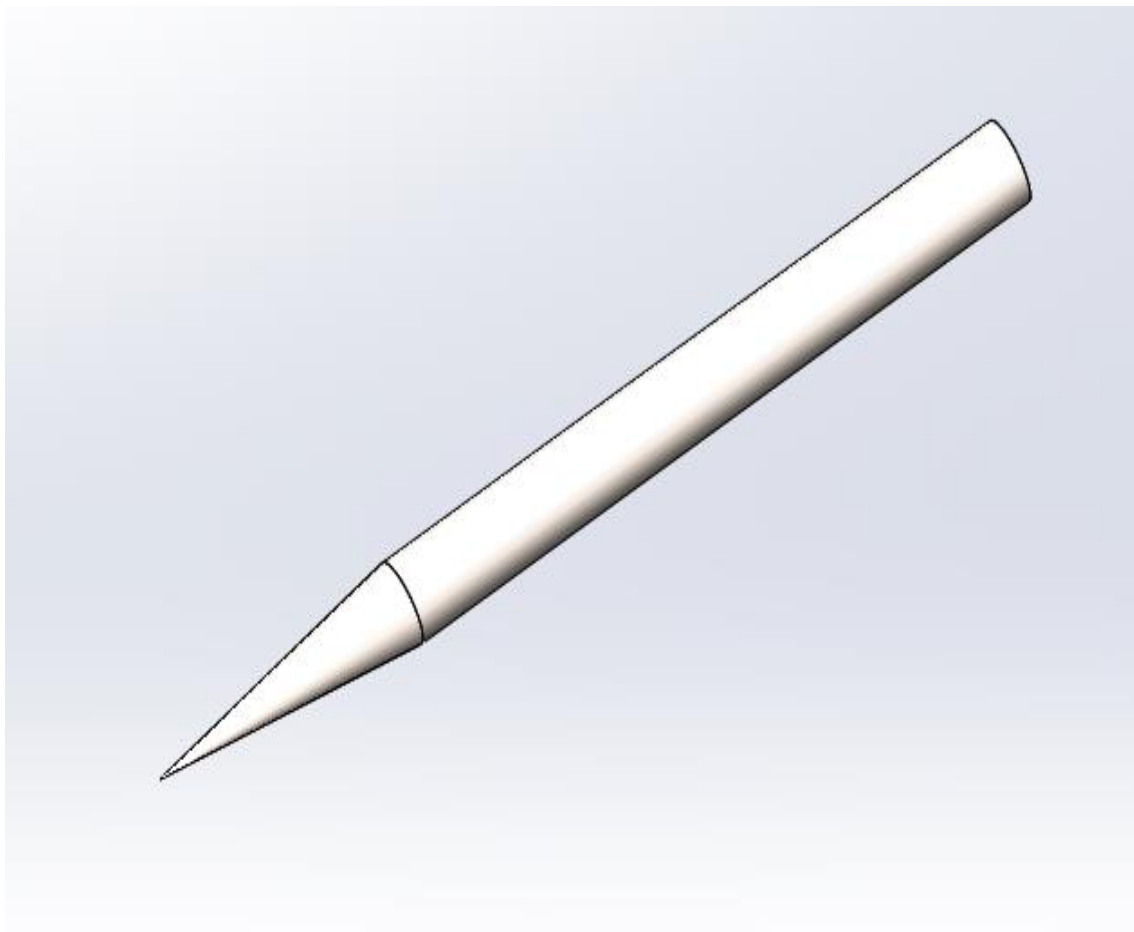
Neulatarttujan rungon 3D-tulostamisen lisäksi valmistettiin tulostamalla myös kiinnityslevyt. Kiinnityslevyjen tarkoitus on pitää neulankiinnitysholkki ja jousi tarttujan rungon sisällä. Kiinnityslevyt suunniteltiin ja valmistettiin molempiin tarttuihin erikseen. Kiinnityslevyjen eroavaisuus on se, että paineilmatoimisen tarttujan kiinnityslevyyn suunniteltiin jousen kohdistus. Alipainetoimisen tarttujan vastavainlainen kohdistus on toteutettu rungon sisään. Kuvassa 8 vasemmalla on paineilmatoimisen tarttujan kiinnityslevy ja oikealla alipainetoimisen.



KUVA 8. Kiinnityslevyt

5.2.3 Neula

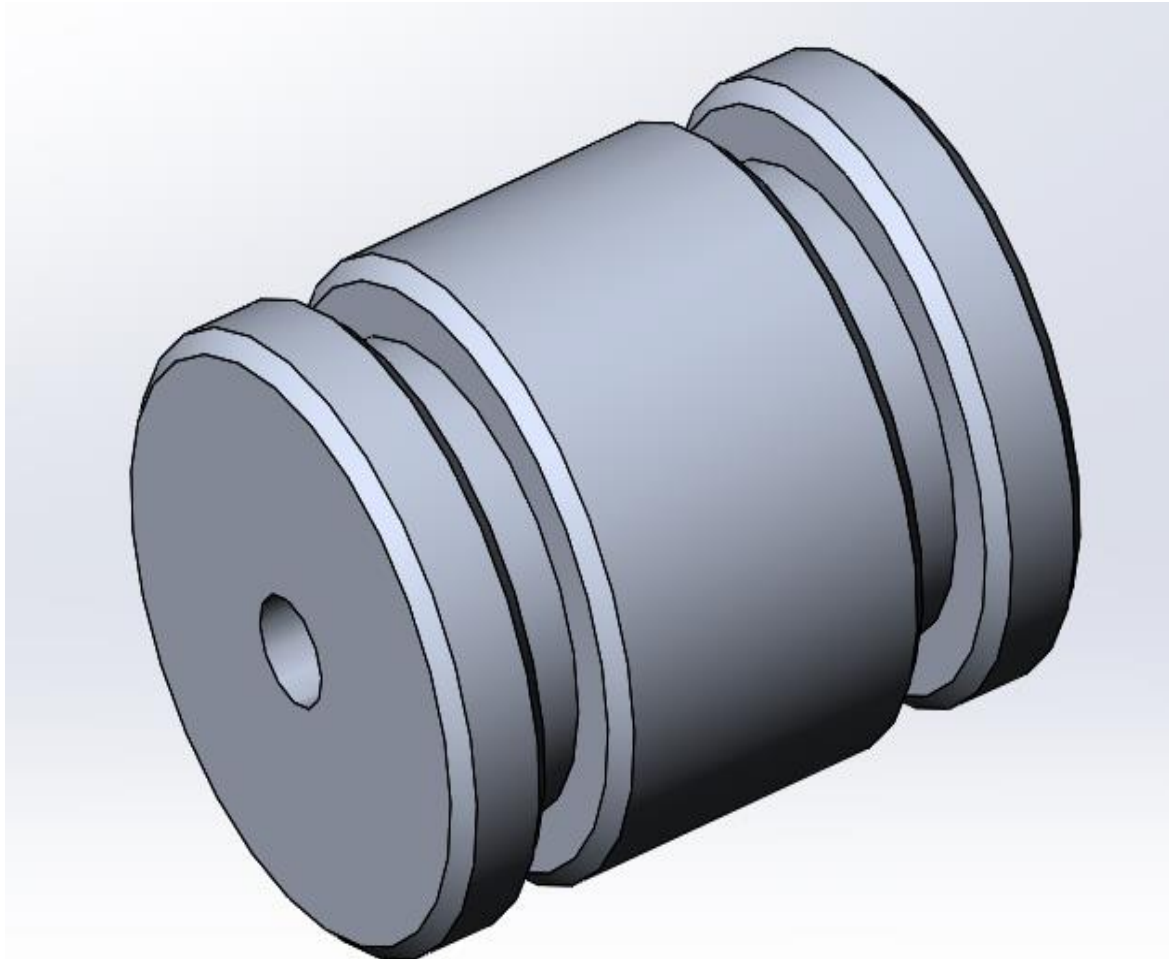
Neulan suunnittelussa materiaalin valinta on kriittisin asia. Neulan pitää kestää iskuja ilman muodonmuutoksia. Lisäksi neulalta vaaditaan pitkää kestoikää. Neula päätettiin valmistaa ruostumattomasta teräksestä. Ruostumaton teräs valittiin materiaaliksi, koska sen ominaisuudet on hyväksytty terveysteknologiatuotteiden käsittelyyn. Kuvassa 9 on esitetty neula. Neulan suunnittelun lisäksi tehtävänä oli hankkia alihankkija, joka pystyy toimittamaan neuloja tarvittavalla volyymillä.



KUVA 9. Neulatarttujaan suunniteltu neula

5.2.4 Neulankiinnitysholkki

Neulan suunnittelun jälkeen suunniteltiin tarvittava kiinnitysholkki, jonka sisään neula istutetaan lämpösovitteella. Holkki suunniteltiin niin, että se sorvataan alumiinista. Holkki on esitetty kuvassa 10. Holkinpinta toimii liukupintana ja sen toleranssit on sovitettu tarttujanrungon sisällä oleviin liukupintoihin.



KUVA 10. Neulankiinnitysholkki

Neulankiinnitysholkin liukupinnalle suunniteltiin asennettavaksi kaksi o-rengasta tiivistämistä varten. O-renkaiden tehtävänä on estää paineen vuotoa tarttujan rungon sisällä. O-renkaiden materiaaliksi valittiin silikonin, koska materiaalin kesto- ja tiivisteominaisuudet on todettu riittäviksi Ginolis Oy:n toimesta. (4.) Tiivisteuran mitoitus toteutettiin tutkimalla tiivistevalmistajan tiivistekokoja (9).

Neulankiinnitys lämpösovitteella suunniteltiin laskemalla tarvittava sovite. Laskennassa käytettiin tilavuuden lämpölaajenemisen kaavaa 1 (10, s. 191).

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta T$$

KAAVA 1

V_0 = alkuperäinen tilavuus (m³)

γ = tilavuuden lämpötilakerroin (1/°C)

ΔT = lämpötilan muutos (°C)

5.2.5 Jousen alustava valinta

Jousen tehtävänä on palauttaa neulankiinnitysholkki takaisin alkuasemaan. Palautukseen tarvittava voima laskettiin jousen kokoonpuristamisen kaavalla 2 (10, s.163).

$$F_j = -kx$$

KAAVA 2

F_j = jousen palauttava voima (N)

k = jousivakio (N/m)

x = kokoonpuristuma (m)

Tarvittavan voiman laskennan jälkeen aloitettiin sopivan kokoisten jousien etsiminen jousivalmistaja Lesjöfors Springs Oy:n tuotevalikoimasta. Jousia oli opinnäytetyön tilaajalla valmiina.

5.3 Asennus ja kokoonpano

Prototyyppien rungot ja kiinnityslevyt tilattiin 3D-tulostettuna alihankkijalta. Molempia osia piti viimeistellä käyttöä varten. Rungossa olevat liukupinnat viimeisteltiin kalvaamalla. Kiinnityslevyjen kiinnittämistä varten tehtyihin reikiin tehtiin kierteet ruuveja varten. Kiinnityslevyjen reikiä suurennettiin poraamalla, koska ne eivät olleet mittatoleransseissa tulostettuina.

Neulankiinnitys lämpösovitteella neulankiinnitysholkkiin ei onnistunut. Neula suunniteltiin muodoltaan pyöreäksi. Neulan pinnanmuoto kuitenkin poikkesi oleellisesti suunnitellusta. Asennus toteutettiin hiomalla neulanpinta reikään sopivaksi. Neulan paikallaan pysyminen varmistettiin laittamalla liimaa reikään. Tiivistet asennettiin tiivisteuriin käsin.

Neulankiinnitysholkit asennettiin rungon sisälle jousien kanssa ja kiinnityslevyt ruuvattiin paikoilleen. Rungon yläosaan kiinnitettiin pikalukitusosa ja paineilmaliitin toiminnan testausta varten.

5.4 Testaus

Prototyyppien testaus aloitettiin suunniteltuja osia käyttämällä. Paineilmatoiminen tarttuja toimi osittain suunnitellusti. Neulankiinnitysholkki liikkui ulospäin paineen avulla, mutta jousi ei palauttanut sitä takaisin aloitusasemaan. Ensimmäisenä muutostyönä neulankiinnitysholkin pintaa sorvattiin pienemmäksi. Toisella testauksella lopputulos oli sama kuin ensimmäisessäkin. Tarttujan tutkimisen jälkeen todettiin, että jousi on vaihdettava jäykempään. Jousia testattiin kolmea erikokoista ja lopulta tarttuja saatiin toimimaan suunnitellusti. Kuvassa 11 tarttujalla on otettu tartunta liuskasta ja nostettu se ilmaan.



KUVA 11. Paineilmatoiminen neulatarttuja toiminnassa

Alipainetoimisen neulatarttujan neulankiinnitysholkeille tehtiin samat muutokset kuin paineilmatoimiselle tarttujallekin ennen testauksen aloittamista. Alipainetoimista tarttujaa testattiin muutetuilla neulankiinnitysholkeilla ja alkuperäisillä jousilla. Tarttuja ei toiminut suunnitellusti. Alkuperäisten jousien tilalle vaihdettiin jou-

set, jotka olimme todenneet toimiviksi paineilmatoimisella tarttujalla. Alipainetointista neulatarttujaa ei kuitenkaan saatu toimimaan muutoksista huolimatta. Alipainetoiminen neulatarttuja vaatisi jatkokehitystä liukupintojen mitoituksen ja materiaalivalinnan osalta.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä suunniteltiin ja valmistettiin erilaisia prototyyppejä neulatarttujasta, jotka toimivat erilaisilla mekaanisilla ratkaisuilla. Tehtävänä oli keksiä ratkaisuja aiemmissa tilaajayrityksen valmistamissa neulatarttujissa ilmenneisiin ongelmiin. Suunnittelun, valmistamisen ja testaamisen lisäksi tehtävänä oli selvittää alihankkija neulojen valmistukseen. Neulatarttujan toimintaan liittyvää tietoa etsittiin internetistä tutkimalla kilpailijoiden vastaavia tarttujia.

Esisuunnittelun aikana neulatarttujan toimintaa suunniteltiin toteutettavaksi paineilmalla, alipaineella, sähkötoimisena, magneettitoimisena ja hammasvälityksellä. Suunnitelluista vaihtoehdoista yksityiskohtaiseen suunnitteluun valittiin paineilma-, alipaine- ja magneettitoimiset ratkaisut. Magneettitoiminen versio hylättiin yksityiskohtaisen suunnittelun aikana, koska sen toiminnallisuutta ei saatu suunniteltua vastaamaan vaatimuksia.

Neulatarttujasta valmistettiin paineilmalla ja alipaineella toimivat versiot. Tarttujen 3D-tulosteiset osat tilattiin alihankkijalta. Koneistettavat osat työstettiin itse. Muut komponentit olivat valmiina tilaajayrityksen varastossa. Neulatarttujen kokoonpano suoritettiin tilaajayrityksen tiloissa.

Neulatarttujen testaus suoritettiin tilaajayrityksen tiloissa nostamalla ja siirtämällä asiakkaan tuotteita. Paineilmatoiminen neulatarttuja saatiin toimimaan halutulla tavalla. Toiminnan toteutus vaati kuitenkin osien muutoksia. Alkuperäisesti käyttöön suunnitellut jouset vaihdettiin jäykempiin.

Alipainetoimista neulatarttujaa ei saatu toimimaan valmistetuilla osilla. Alipaine-toimisen neulatarttujan toimintaan saattaminen vaatii muutoksia neulankiinnitysholkin liukupinnoille. Neulojen valmistukseen selvitettiin alihankkija.

Tilaaja oli tyytyväinen lopputulokseen. Suunnitellut prototyypit on mahdollista skaalata erikokoluokan tuotteiden liikuttamista varten. Neulatarttujen valmistuskulut pysyivät budjetissa loistavasti.

LÄHTEET

1. Innovative Automation Solutions for Medical and Diagnostic Industries. Ginolis. Saatavissa: <https://ginolis.com/>. Hakupäivä 6.5.2019.
2. Fabritius, Teijo 2019. Toimitusjohtaja, Ginolis Oy. Haastattelu 24.4.2019.
3. Tuotantojohtaja, Ginolis Oy. Haastattelu 4.3.2019.
4. Pääsuunnittelija, Ginolis Oy. Haastattelu 5.3.2019.
5. Drugs of abuse, strips. 2019. Mexacare. Saatavissa: <http://www.mexacare.com/hauptnavigation/products/drugs-of-abuse-urine/strips/?L=1>. Hakupäivä 3.4.2019
6. Electric Needle Grippers SNGI-AE. Schmalz Oy. Saatavissa: <https://www.schmalz.com/en/vacuum-technology-for-automation/vacuum-components/special-grippers/needle-grippers/electric-needle-grippers-sngi-ae>. Hakupäivä 13.3.2019.
7. Needle grippers GR04.711. FIPA. Saatavissa: <https://www.fipa.com/en/needle-grippers-gr04-711/#>. Hakupäivä 4.3.2019.
8. Adhesive Force Calculation. Supermagnete. Saatavissa: <https://www.supermagnete.de/eng/adhesive-force-calculation>. Hakupäivä 8.4.2019.
9. O-renkaat, OR-nauhat ja -lajitelmat. 2018. Tiivistekeskus Oy. Saatavissa: <http://tuotteet.tiivistekeskus.fi/main.html?nodeUid=1154695&parents=1154661&path=0&catalogUid=1154028&style=view0>. Hakupäivä 8.4.2019.
10. Valtanen, Esko 2013. Tekniikan taulukkokirja. Mikkeli. Genesis Kirjat Oy.