



Latauspuristimen suunnittelu ja prototyypin valmistus

Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Konetekniikka, insinööri (AMK)

Syksy 2023

Jussi Sjögren

Konetekniikka, Insinööri (AMK)

Tekijä Jussi Sjögren

Työn nimi Latauspuristimen suunnittelu ja prototyypin valmistus

Ohjaaja Jaakko Vasko

Tiivistelmä

Vuosi 2023

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella turretyyppinen latauspuristin, joka olisi helposti valmistettavissa ilman järeitä työstökoneita. Työn aihe tulee harrastuksestani, johon jälleen lataaminen kuuluu suurena osana. Nykyiset markkinoilla olevat latauspuristimet vaativat valmistusmenetelmiä, jotka eivät ole helposti saatavilla tai niitä ei ole järkevä käyttää yksittäisen kappaleen valmistamiseen. Työn alussa kerrotaan latauspuristimista yleisesti ja niiden käytöstä. Lisäksi työssä käydään läpi tuotekehitysprojektia ja sen vaiheita. Koska prototyyppi valmistettiin 3D-tulostamalla työssä, käydään läpi tulostustekniikoita ja käytettyjä materiaaleja. Suunnittelun pohjalta saatiin kolmiulotteiset mallit osista ja kokoonpanosta. Mallien perusteella valmistettiin prototyyppi 3D-tulostamalla käyttäen FMD-tekniikkaa.

Työn lopputuloksena saatiin toimiva oikeassa mittakaavassa oleva prototyyppi, jolla latauspuristimen keskeisiä ominaisuuksia pystyttiin testaamaan.

Avainsanat Suunnittelu, Prototyyppi, 3D-tulostus

Sivut 27 sivua

Mechanical engineering, Bachelor of engineering

Author Jussi Sjögren

Subject Designing turret type reloading press and making a prototype.

Supervisors Jaakko Vasko

Abstract

Year 2023

The aim of this thesis was to design and produce a prototype of a turret style reloading press that is easy to manufacture. The idea for this thesis came from my hobby which includes using reloading press. None of the reloading presses that are currently on the market were easy to manufacture or they require a manufacturing method that is not easily available, or they are not suitable for manufacturing a single piece. This thesis reviews basics of reloading presses and reloading. Since the prototype is made by 3D-printing, the thesis includes a chapter about printing technology and materials. The thesis describes the process and stages of product development. The result of design work was 3D models of reloading press. These models were used to print a prototype of the reloading press that was made with FDM method.

The end result was a real-scale prototype, which was used to test key features of the product.

Keywords Design, 3D-printing, Prototype

Pages 27 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Latauspuristin	2
2.1	Yksiasemainen latauspuristin	2
2.2	Turret latauspuristin	5
2.3	Progressiivinen latauspuristin	6
3	Tuotekehitys	7
4	3D-Tulostus	10
4.1	Tulostus tekniikat	10
4.2	Materiaalit	11
5	Suunnittelu	14
5.1	Runko	14
5.2	Turret	17
5.3	Ohjain	20
5.4	Kahvarunko	21
5.5	Kokoonpano	22
6	Prototyyppi	22
6.1	Prototyypin kokoaminen	24
6.2	Prototyypin arviointi	24
7	Yhteenveto	26
	Lähteet	27

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. Yksiasemaisen latauspuristimen pääkomponentit. (<https://ultimatereloader.com>)
..... 3

Kuva 2. Latausholkki johon kiinnitetty lisäholkki. 4

Kuva 3. Turret latauspuristimen pääkomponentit. (<https://ultimatereloader.com>) 5

Kuva 4. Progressiivisen latauspuristimen pääkomponentit. (<https://ultimatereloader.com>, n.d.)
..... 6

Kuva 5. Eri värisiä tulostus muoveja keloilla. (flickr.com, n.d.) https://www.flickr.com/photos/adafruit/16295177075	12
Kuva 6. Runko, jossa reiät jalkoja varten	15
Kuva 7. Poikkileikkaus, jossa näkyy laakeri upotukset ja reiät jalkoja ja lukitusta varten	15
Kuva 8. Lukitukseen käytettävä tappi kielineen.....	16
Kuva 9. Runko valmiina	17
Kuva 10. Turretin lukitus kolot ja kierteet latausholkkeja varten.	18
Kuva 11. Turretin eri versiot.....	19
Kuva 12. Mallinnus ohjaimesta	20
Kuva 13. Kahvarunko.....	21
Kuva 14. Kokoonpano puristimesta komponentit väritettynä.	22
Kuva 15. Prototyyppejä varten tulostetut kappaleet ennen jälkikäsittelyä.....	23
Kuva 16. Valmis prototyyppi.....	24
Kuva 17. Valmis prototyyppi toisesta kulmasta, jossa näkyvät lukitus tapit.	25

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aiheena on suunnitella ja valmistaa prototyyppi turret tyyppisestä latauspuristimesta. Aihe työhön syntyi omasta harrastuksestani. Harrastukseni takia olen jälleenladannut patruunoita yksiasemaisella latauspuristimella. Yksiasemaisella lataamistyö on hyvin melko hidasta, koska jokaista työvaihetta varten tarvittava holkki on aina vaihdettava erikseen. Tämä työsuoritusten toistaminen on herättänyt minussa kiinnostuksen suunnitella uudenlaisen turret-tyyppisen latauspuristimen, joka olisi helppo valmistaa itse.

Tavoitteena on suunnitella latauspuristin, joka olisi mahdollista valmistaa ilman järeitä työstökoneita. Suunnitellulla koneella on tarkoitus käyttää jo alalle vakiintuneita latausholkki kokoja ja hylsynpitimiä. Työn lopputuloksena syntyy suunnitelma ja prototyyppi ergonomisesta ja helposti käytettävästä koneesta. Työssä apuna käytän olemassa olevia latauspuristin ratkaisuja, joiden ratkaisuja pyrin parantamaan.

2 Latauspuristin

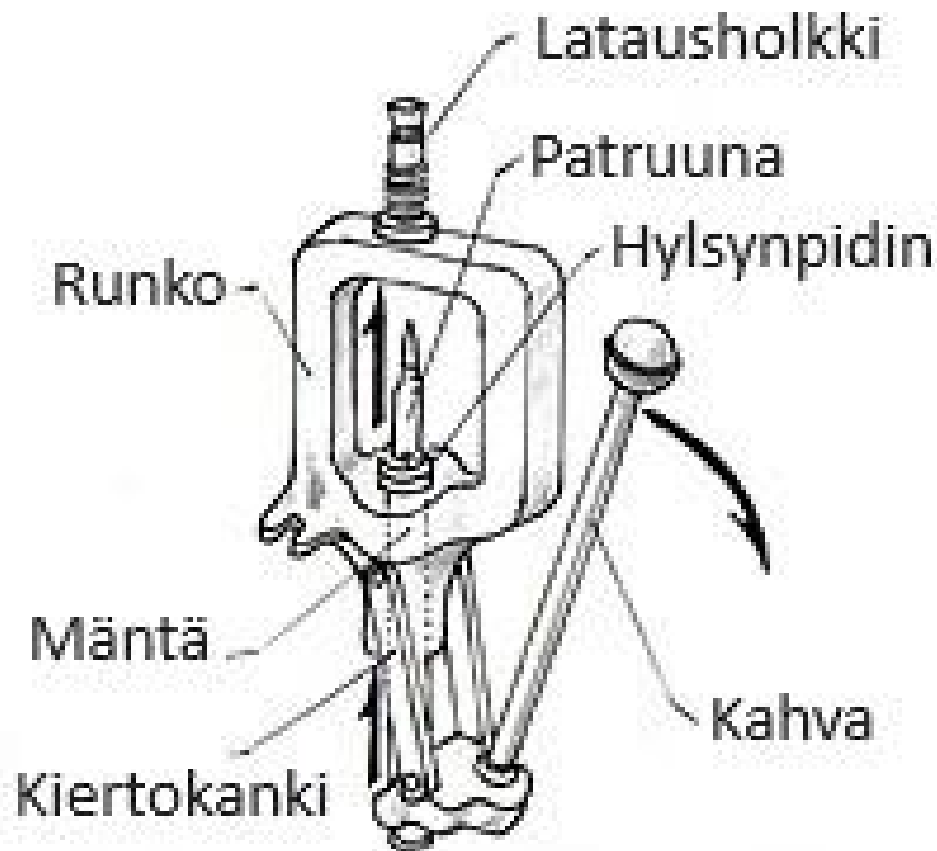
Latauspuristin on patruunoiden jälleen lataamisessa käytetty kone. Latauspuristimen avulla käytetystä patruunasta jäljelle jäävä osa hylsy voidaan uudelleen käyttää. Latauspuristimen avulla hylsy painetaan latausholkkiin, joka tekee hylsulle sille tarkoitetun tehtävän. Lataus tapahtuu laittamalla hylsy hylsynpitimeen ja kahvasta vääntämällä hylsy pakotetaan latausholkkiin. Ensimmäisessä vaiheessa hylsystä poistetaan käytetty nalli ja korvataan se uudella nallilla. Tämä työvaihe tapahtuu supistus holkillä, jossa on myös nallin poistoa varten erityinen piikki. Supistettuun ja nallittomaan hylsyyn asetetaan tämän jälkeen nalli joko erillisellä nallittimella tai latauspuristimeen integroidulla nallittimella. Nallitetun hylsyn suu avarretaan, jotta siihen on mahdollista asettaa luoti. Tässä holkissa on läpi menevä reikä, joka mahdollistaa, että hylsy voidaan myös ruuditaa samalla. Ruuditetun ja nallitetun hylsyn suulle asetetaan tämän jälkeen luoti, joka asetetaan paikoilleen luodin asetus holkkia käyttäen. Tämä holkki asettaa luodin oikeaan syvyyteen ja puristaa avarretun hylsyn suun luodin ympäriltä lukiten luodin paikoilleen. Patruuna on tämän jälkeen käytännössä käyttövalmis. Valmiiseen patruunaan voidaan kuitenkin tarvittaessa tehdä vielä erillinen niippaus, jolloin patruunan toiminta varmuutta voidaan parantaa. Jälleenladattaessa hylsulle voidaan joutua tekemään myös muita toimenpiteitä kuten hehkutus tai toisin sanoen päästö, jolla karkaistunut hylsy palautetaan riittävän elastiseksi. Hylsyjä voidaan joutua myös tarvittaessa lyhentämään.

Latauspuristimet voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään, jotka ovat yksiasemainen, turret ja progressiivinen. Puristimet monimutkaistuvat tyyppin vaihtuessa tämä kuitenkin mahdollistaa helpomman lataus tapahtuman. Liikkuvien osien ja mahdollisen automaation määrä kasvaa myös. Näiden lisäksi jälleen latausta on mahdollista tehdä vasaralataussarjalla, mutta sitä en käsittele tässä työssä enempää.

2.1 Yksiasemainen latauspuristin

Yksiasemaiset latauspuristimet ovat yksinkertaisimpia jälleenlataamisessa käytetyistä koneista. Lataus tapahtuu pakottamalla hylsy latausholkkiin. Männän päässä olevaan hylsynpitimeen on mahdollista kiinnittää vain yksi hylsy kerrallaan. Puristimeen on mahdollista kiinnittää vain yksi latausholkki kerrallaan ja näin ollen vain suorittaa yhdenlaista lataus tapahtumaa kerrallaan. Tämän takia lataamisen nopeuttamiseksi tapahtumat voidaan suorittaa sarjoissa, joissa käsitellään esim. 250 hylsyä työvaihe kerrallaan. Tällöin holkinvaihtoihin käytettävä aika voidaan minimoida ja voidaan ladata mahdollisimman monta patruunaa. Alla havainnekuva yksiasemaisesta latauspuristimesta.

Kuva 1. Yksiasemaisen latauspuristimen pääkomponentit. (<https://ultimatereloader.com>, n.d.)



Holkkien vaihtoa pyrittiä helpottamaan erilaisilla ratkaisuilla. Yleisellä tasolla tämä tapahtuu holkkiin kiinnitettävällä erillisellä lisäholkillä, johon latausholkki kiinnitetään. Tässä lisäholkissa on vain osittainen kierre, jolloin se voidaan kiinnittää pienemällä liikkeellä. Alla kuva Lee Precisionin valmistamasta latausholkista, johon on kiinnitetty vaihtoa nopeuttava lisäholkki.

Kuva 2. Latausholkki, johon kiinnitetty lisäholkki.

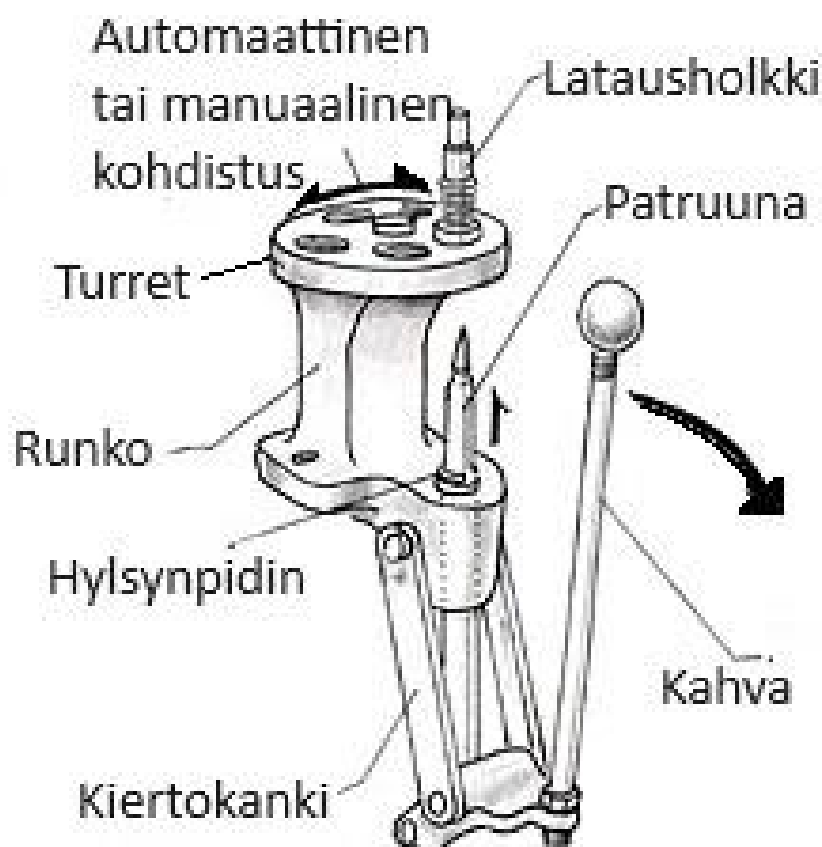


Lisäholkin avulla latausholkin vaihto tapahtuu nopeammin koska holkin koko kierrettä ei tarvitse erikseen kiertää ja holkin korkeus asetus pysyy. Kuitenkin lataus tapahtuu hitaasti koska jokaista työvaihetta varten pitää vaihtaa holkki erikseen.

2.2 Turret latauspuristin

Turret latauspuristin on perustoimintaperiaatteeltaan saman kaltainen kuin yksiasemainen. Myös turret puristimessa lataus tapahtuu pakottamalla hylsy männän avulla holkkiin. Poikkeuksena yksiasemaiseen on, että latauspuristimeen voidaan liittää useampi latausholkki mutta itse puristin tekee silti vain yhden työvaiheen kerrallaan. Lataus tapahtuman nopeutus tulee siitä, kun holkkeja ei tarvitse erikseen vaihtaa vaan käytettävän holkin vaihto tapahtuu pyöryttämällä turettia. Turretin pyörytys voidaan tehdä manuaalisesti käsin tai se voidaan automatisoida kahvan liikkeen yhteyteen. Turret lataus puristimella lataus tapahtumaa pystytään automatisoimaan toisin kuin yksiasemaisella. Hylsyn ruuditus voidaan automatisoida hylsynsuun avarruksen yhteyteen tai luodin asetus voidaan automatisoida omalla erikoisholkilla. Näin ollen ainoastaan hylsyn asettaminen jää ainoaksi käsin tehtäväksi työvaiheeksi. Patruunan lataus voidaan suorittaa alusta loppuun ottamatta hylsyä pois puristimesta ainoastaan turettia pitää pyörittää oikean holkin kohdalle. Alla havainnekuva turret latauspuristimesta.

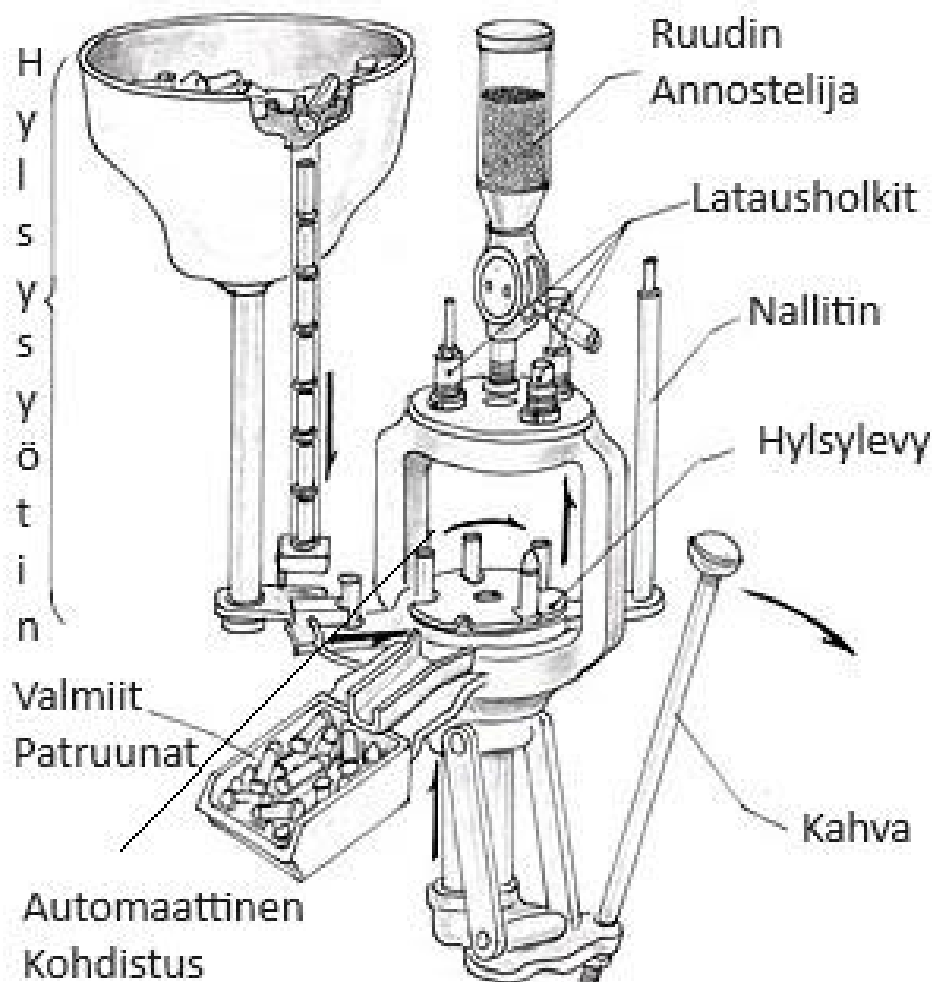
Kuva 3. Turret latauspuristimen pääkomponentit. (<https://ultimatereloader.com>, n.d.)



2.3 Progressiivinen latauspuristin

Progressiivinen latauspuristin on latauspuristimista monipuolisin mutta näin ollen myös monimutkaisin. Yksiasemaisesta ja turrettista poiketen progressiivinen puristin käyttää yksittäisen hylsynpitimen sijaan levyä, jossa on useampi hylsy kerrallaan. Lataus tapahtuu pakottamalla hylsylevyssä olevat hylsyt samanaikaisesti latausholkkeihin. Näin ollen yhden kahvan väännön aikana hylsylevyllä olevat hylsyt ovat lataus prosessin eri vaiheissa. Hylsylevy indeksoituu seuraavaan asemaan automaattisesti, jolloin jokaisella kahvan väännöllä yksi patruuna tulee valmiiksi. Alla havainne kuva progressiivisesta latauspuristimesta.

Kuva 4. Progressiivisen latauspuristimen pääkomponentit. (<https://ultimatereloader.com>, n.d.)



Progressiivisellä puristimella lataus tapahtuma voidaan automatisoida täysin mutta se vaatii runsaasti lisäosia koneeseen. Koneessa on yleensä vakiona hylsyn syöttölaite. Ruuditus,

luodinasetus voidaan automatisoida lisäosilla. Puristimen kokonaisvaltainen toiminta voidaan automatisoida kahvankäyttöä myöten, jolloin käyttäjälle jää vain lataus tapahtuman valvonta. Tällaiset täysin automatisoidut laitteet ovat varsin hintavia ja näin ollen niitä käyttää vain erittäin paljon patruunoita käyttävät harrastajat. Tätä valvontaa voidaan helpottaa erilaisilla tunnistimilla kuten esim. anturilla, joka ilmaisee, jos hylsyssä ei ole ruutia jostain syystä. Tällainen ruuditon patruuna on erittäin vaarallinen, jos ei sitä huomata lataamisen aikana. Ruuditon patruuna voi käytettäessä nallin räjähtämisen seurauksena antaa luodille riittävän liike-energian, jotta se irtaantuu hylsystä mutta kuitenkin ei pääse piipun läpi vaan jää tukkimaan piipun. Jos tätä ei huomaa ammunnan aikana ja yrittää laukaista aseensa uudella patruunalla tukos piipussa voi vahingoittaa asetta ja pahimmillaan aiheuttaa henkilövahingon.

3 Tuotekehitys

Tuotekehitys on prosessi, jonka lopputuloksena syntyy uusi tai parannettu tuote. Tuotekehitys on yrityksen toiminnan kannalta elintärkeää. Tuotekehitystä on totuttu pitämään erillisenä prosessina mutta nykyisessä muuttuvassa maailmassa se ei enää pidä paikkaansa. Tuotekehitykseen kuuluvia toimintoja on integroitu hyvin vahvasti moneen yrityksen muihin toimintoihin. Tämän vuoksi tulisikin puhua innovaatioprosessista tai pikemminkin innovaatiotoiminnasta. Jos kyseessä on projektimainen tuotekehitysprosessi, voidaan silloin puhua tuotekehitysprojektista. Tuotekehitysprojektit ovat osa innovaatiotoimintaa, joka on jokapäiväistä ja jatkuvaa toimintaa yrityksessä. Tuotekehitysprojekteja pystytään kuvaamaan usealla eri mallilla. Kaikille näille malleille on yhteistä, että ne sisältävät tarvekuvauksen, luovan työn vaiheen ja detalji suunnittelun. Mallit voidaan jakaa karkeasti kahteen eri ryhmään, jotka ovat peräkkäismalli (vesiputousmalli) ja spiraarimalliin. Peräkkäismallissa kaikki vaiheet seuraavat toisiaan ja mikään vaihe ei voi alkaa ennen kuin sitä edeltävä vaihe on suoritettu loppuun. Spiraalimallissa vaiheet on sijoitettu ympyrämaisesti ja prosessin aikana vaihteita kierretään prosessissa koko ajan lähestyen kohti lopullista ratkaisua. Prosessit voidaan jakaa tyypeihin niiden luonteen perusteella.

Taulukko 1. Prosessit tyypit

Erilaiset prosessit

- Markkinavetoisessa prosessissa kehitys alkaa markkinoilta tunnistetusta tarpeesta, jonka tyydyttämiseksi voidaan käyttää olemassa olevaa teknologiaa.
- Teknologia-työntöprosessissa etsitään markkinoita uudelle teknologiainnovaatiolle
- Paranteluprosessissa kehitetään olemassa olevaa tuotetta
- Räättälöintiprosessissa toteutetaan kertaluontoinen asiakas tilaus

Tuotekehityksessä ehkä eniten käytetty prosessimalli on peräkkäismalli, jossa prosessit etenevät järjestyksessä. Edellisessä vaiheessa on aina luotava edellytykset, jotta seuraava vaihe voi alkaa. Kehitystyön edetessä muutosten teko edellisiin vaiheisiin vaikeutuu ja kallistuu koko ajan. Jokaisessa vaiheessa vaihtoehdot muutoksille vähenee. Eteneminen tapahtuu laajasta kuvasta yksityiskohtiin. Monesti prosessin aikana joudutaan palaamaan tekemään muutoksia edellisissä vaiheissa tehtyihin virheisiin. Viime aikoina suositaan on nostanut Stage-gate malli, joka on muunnelma peräkkäismallista. Mallissa on vaiheiden välissä portteja, jotka toimivat päätöksenteko ja tarkkailupisteinä. Porttien tavoitteena on varmistaa, että projekti voi siirtyä seuraavaan vaiheeseen. Muuten on palattava takaisin korjaamaan ongelmat mutta jos tämä ei ole mahdollista niin projekti on keskeytettävä.

Riskien hallinta on merkittävä osa tuotteen kehitysprojektia. Riskillä tässä tapauksessa tarkoitetaan tapahtumaa, jonka toteutumisella on tietty todennäköisyys ja se vaikuttaa projektin aikatauluun, kustannuksiin tai laatuun. Riskeihin on osattava varautua jo projektin suunnittelu vaiheessa ja on arvioitava niiden mahdollisia vaikutuksia ja suuruutta. Riskejä pyritään hallitsemaan seuraavien vaiheiden avulla.

Taulukko 2. Riskien hallinta prosessit. (Hietikko, 2021, s.57)

Riskien hallinta prosessit

1. Riskien tunnistaminen
2. Riskien arviointi (riskin toteutumistodennäköisyys ja vakavuus)
3. Toimenpiteiden suunnittelu riskien varalta.

Tuotekehitys sisältää monia erilaisia prosessimalleja, joista tärkeimpiä voidaan kuvailla seuraavasti. Tarpeen tunnistaminen on vaihe, jossa pyritään tunnistamaan asiakkaan tarpeet. Tuotekehityksen lopputuloksen täytyy pystyä vastaamaan tunnistettuun tarpeeseen. Tämä tarve voi syntyä esim. asiakkaan palautteesta, uudesta teknologiasta tai tuotteen yleisestä parantamisesta. Tuotekehityksen tuloksena voi syntyä joko kokonaan uusi tuote tai olemassa olevaa tuotetta parannetaan. Tarpeen tunnistuksen jälkeen voidaan siirtyä määrittelemään ongelmaa, joka tuotekehityksen avulla halutaan ratkaista. Tässä vaiheessa tulee asettaa kehitystyön tavoitteet ja määrittellään tulevan tuotteen spesifikaatiot.

Tärkeänä osana tuotekehitystä on luonnosten tuottaminen ja niiden arvioiminen. Luovan työn tuloksena syntyy yleensä runsaasti erilaisia luonnoksia ja ratkaisu vaihtoehtoja on tärkeää, että osataan valita niiden joukosta parhaat ideat jatkokehitykseen. Usein jatkoon valitaan yksi tai korkeintaan kaksi ideaa aikataulu- ja kustannuspaineiden vuoksi. Tämä vaihe tulee tehdä erittäin huolellisesti, jottei hyvät ideat mene hukkaan. Hylätytkin tulisi arkistoida myöhempää käyttöä varten. Ideoita on lisäksi hyvä arvioida prosessin aikana sillä hylätyistäkin ideoista voi yhdistämällä löytyä vieläkin parempi idea. Jatkokehitykseen valittu tai valitut tulee analysoida huolellisesti ennen yksityiskohtaisen suunnittelun aloittamista. Analyysissa tuotteesta tehtyä mallia tai mahdollista karkeaa prototyyppiä tulee arvioida käyttäen realistisia olosuhteita. Tällä pyritään selvittämään tuotteen käyttökelpoisuus ja kuinka hyvin se vastaa asiakkaan tarpeita. (Hietikko, 2021, s. 111–113)

Valittujen luonnosten pohjalta aloitetaan detaljisuunnittelu. Tässä vaiheessa luonnosten pohjalta aloitetaan suunnittelutyö, jonka tarkoituksena on tuottaa lopulliset suunnitelmat, joiden avulla tuote voidaan valmistaa. Tämä käsittää sen, että jokaisesta osasta ja komponentista tuotetaan lopulliset 3D-mallinnukset ja koneenpiirustukset. Lisäksi määrittellään osien materiaalit, valmistus vaiheet sekä mahdollisesti tarvittavat työkalut. Tässä vaiheessa on myös hyvä ottaa kantaa missä kukin osa tullaan valmistamaan tai mistä ne ostetaan. Testausvaiheessa tuotteesta on tuotettu prototyyppi, jota pystytään testaamaan. Prototyypin ei aina tarvitse olla yhteneväinen lopullisen tuotteen kanssa. Prototyyppi voi olla myös pienoismalli tai tietokoneella tuotettu malli. Testaus vaiheen tärkein tavoite on, että tuote toimii halutulla tavalla ja että se voidaan valmistaa riittävän edullisesti. Viimeisenä vaiheena on arviointi, jossa tarkastellaan lopputulosta ja kuinka hyvin se vastaa määritettyä tarvetta. Tässä vaiheessa viimeistellään projektin dokumentit ja ne arkistoidaan. Arkistointi on tärkeä osa projektia, joka tosin usein laiminlyödään. Arkistoituja tietoja voidaan käyttää helpottamaan tulevia projekteja. Projektin onnistumista tulee myös arvioida. (Hietikko, 2021, s. 45–58)

4 3D-Tulostus

3D-tulostus on valmistus tekniikka, jossa materiaalia lisätään sen poistamisen sijaan. Tällä menetelmällä mallinnettu kappale valmistetaan kerros kerrokselta liittämällä materiaalia yhteen. 3D-tulostamalla kappaleet voidaan valmistaa suoraan 3D-mallin pohjalta. 3D malli voidaan luoda joko suoraan mallintamalla tai rekonstruoida skannauksesta. Tulostinta varten malli viipaloidaan horisontaalisesti ohuiksi 2D kerroksiksi erillisellä ohjelmistolla. Viipaleiden avulla ohjelmisto luo G-koodin, jota seuraamalla tulostin tulostaa päällekkäin kerroksia näin luoden kolmiulotteisen kappaleen. Itse valmistus voidaan toteuttaa usealle eri menetelmällä käyttäen erilaisia materiaaleja. Yhteistä kaikille menetelmille on se, että valmistus tapahtuu kerros kerrokselta ja että laitteissa on alusta, jolla valmistus tapahtuu.

4.1 Tulostus tekniikat

FDM eli fused deposition modeling on yleinen 3D-tulostuksessa käytetty tekniikka. Tulostamisen helppous ja mahdollisuus sijoittaa laitteet esim. toimistotiloihin on tehnyt siitä yhden eniten käytetyistä tekniikoista. FDM käyttää 1. 75 mm tai 2. 85 mm paksuista muovilankaa kappaleiden tulostamiseen. FDM prosessissa tulostuslankaa syötetään kuumen suuttimen läpi, jolloin sulanutta tulostuslankaa voidaan pursottaa tulostusalustalle. Alustalla pursotettu muovi kovettuu uudelleen kerros kerrokselta haluttuun muotoon. Alusta voidaan tarvittaessa lämmitellä, jolloin voidaan vähentää materiaalin jäähtymisestä mahdollisesti syntyviä ongelmia. Toisinaan tulostettavat kappaleet vaativat tukirakenteita mutta nämä voidaan välttää kappaleen mallia muuttamalla tai tulostus asentoa vaihtamalla. Tukirakenteet voidaan tulostaa samalla muovilangalla kuin itse kappale. Nykyisiin FDM tulostimiin on mahdollista saada useampi suutin, joka mahdollistaa helpon useamman materiaalin käytön samassa kappaleessa. Tällöin esim. tukirakenteet voidaan tulostaa eri materiaalilla, jolloin ne irrotettavissa helposti tai ne on mahdollista liottaa esim. veteen. Tekniikan etuja ja haittoja ovat.

Taulukko 3. FDM tekniikan edut ja haitat

<p>Edut</p> <ul style="list-style-type: none"> + Koneet ovat yksinkertaisia käyttää ja ylläpito on helppoa + Käyttökustannukset ovat pieniä ja ylläpito halpaa + Käytöstä ei synny sotkuja ja ei tarvitse voimakkaita kemikaaleja käyttöön + Pieni kokoisina koneet on mahdollista sijoittaa esim. toimiston pöydälle + Koko prosessi hoituu yhdellä koneella, ei tarvita lisälaitteita jälkikäsittelyyn + Saatavilla monipuolinen materiaalivalikoima + Laitteistojen edullinen hinta mahdollistaa useamman koneen hankkimisen sarjavalmistukseen
<p>Haittapuolet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kerroksien välit ovat näkyviä, joten pinnanlaatu voi olla huonoa ilman jälkikäsittelyä. - Kerroksien tarttuminen toisiinsa voi olla heikkoa ja näin ollen vaikuttaa koko kappaleen mekaaniseen lujuuteen.

Käytettävissä on myös muita tekniikoita esim. SLS (selective laser sinterin) eli jauhepetiteknikka. Tässä tekniikassa jauhetta sulatetaan laserin avulla yhteen rakennusalustalla. SLA eli stereolitografia on tekniikka, jossa rakennusalusta lasketaan valoherkkään polymeeriin, jossa uv-laserin avulla polymeeriä kovetetaan kerros kerrokselta alustan laskeutuessa syvemmälle.

4.2 Materiaalit

Seuraavaksi käydään läpi yleisimpiä tulostamisessa käytettyjä materiaaleja. Materiaaleina tulostuksessa voidaan käyttää erilaisia muoveja, metalleja, keraameja, lasia tai betonia. Tässä työssä käydään läpi vain FDM menetelmässä käytettyjä materiaaleja. Yleensä materiaalit toimitetaan kelalla, jolloin ne ovat heti valmiina käyttöön.

Kuva 5. Eri värisiä tulostus muoveja keloilla. (flickr.com, n.d.)



Polymaitohappo (PLA) on 3D-tulostuksessa kiistattomasti eniten käytetty muovi. PLA on biohajoava kestopuovi ja näin ollen ympäristöystävällisempi muihin tulostamisessa käytettyihin muoveihin. Tämä materiaali on helppo tulostaa koska tulostus lämpötila on alhainen ja se ei ole altis taipuilulle. Yleensä se ei tarvitse erillistä alustan lämmitystä. PLA:n toinen etu on, että se ei eritä aromia ikäviä aromeja tulostettaessa toisin kuin ABS. PLA:ta on saatavilla miltei kaikissa mahdollisissa väreissä. Lisäksi sitä on mahdollista saada sähköä johtavana, pimeässä hehkuvana tai seostettuna puuhun tai metalliin. PLA:n huonona puolena voidaan pitää muihin muoveihin verrattuna huonompaa kestävyttä. PLA sietää huonosti vääntöä ja iskuja.

Akryylinitriilibutadieenistyreeni (ABS) on toiseksi suosituin 3D-tulostuksessa käytetty muovi. ABS kuuluu styreenimuoveihin. Ominaisuuksien suhteen ABS on hieman parempaa kuin PLA. ABS suhteellisen helppo muovi tulostamiseen tarviten tosin korkeamman tulostus lämpötilan kuin PLA. ABS:n tulostaminen vaatii lämmitetyn alustan ja hyvin ilmastoidun tilan. Materiaalia tulostettaessa syntyy voimakkaita mahdollisesti vaarallisia höyryjä. ABS on kestävä, sietää kovaakin vääntöä ja lämpötilaa ollen silti kohtalaisen joustavaa. ABS:n

yhtenä haasteena on tulostus kerrosten välinen tarttuvuus. Kerroksien välinen sidon ei aina ole hyvä, joten kappaleen kesto saattaa olla huono voimien suuntautuessa kerrosten normaalien suuntaisesti. ABS muovista tehdyt kappaleet voidaan jälki käsitellä asetonilla saaden aikaan kiiltävän pinnan.

Nailon on polyamideihin kuuluva tekninen muovi. Nailon on teollisissa sovelluksissa erittäin suuressa käytössä. Nailon kuuluu synteettisten polymeerien perheeseen. Nailonin käyttöä puoltavat sen suuri lujuus, kestävyys ja joustavuus. Nailonin tulostus lämpötila on korkea, joten sen tulostaminen vaatii, että tulostuspää pystyy kestäämään korkeaa lämpötilaa >250 °C. Tämän lisäksi tulostimessa tulisi olla lämmitetty alusta. Nailon on erityisen altis taipuilulle, joten se voi irrota tulostus alustasta. Taipuilua pyritään hallitsemaan erilaisilla tartunta-aineilla kuten tartuntalakka tai liima. Alustan lämmityksellä on myös suuri vähentävä vaikutus taipuiluun. Nailon on hygroskooppinen eli se imee itseensä kosteutta ilmasta. Nailon tulee säilyttää viileässä ja kuivassa paikassa mielellään ilmatiiviisti. Kostunut nailon aiheuttaa virheitä tulostukseen koska lankaan kertynyt kosteus höyrystyy tulostuspäässä.

3D- tulostus on helpottanut prototyyppien valmistusta huomattavasti. Mallinnetuista kappaleista pystytään valmistamaan nopeasti konkreettinen kappale muovista. Tämä tulostettu kappale mahdollistaa prototyypin nopean tarkastelun. Tarkastelun kohteina voi olla esim. toiminnallisuus, mittasuhteet, ulkonäkö tai kappaleen sopivuus muuhun kokonaisuuteen. Tarkastelun avulla suunnittelija saa välitöntä palautetta suunnitteluun ilman että kappaletta tarvitsee valmistaa lopullisesta materiaalista tai varsinaisella tuotantomenetelmällä.

5 Suunnittelu

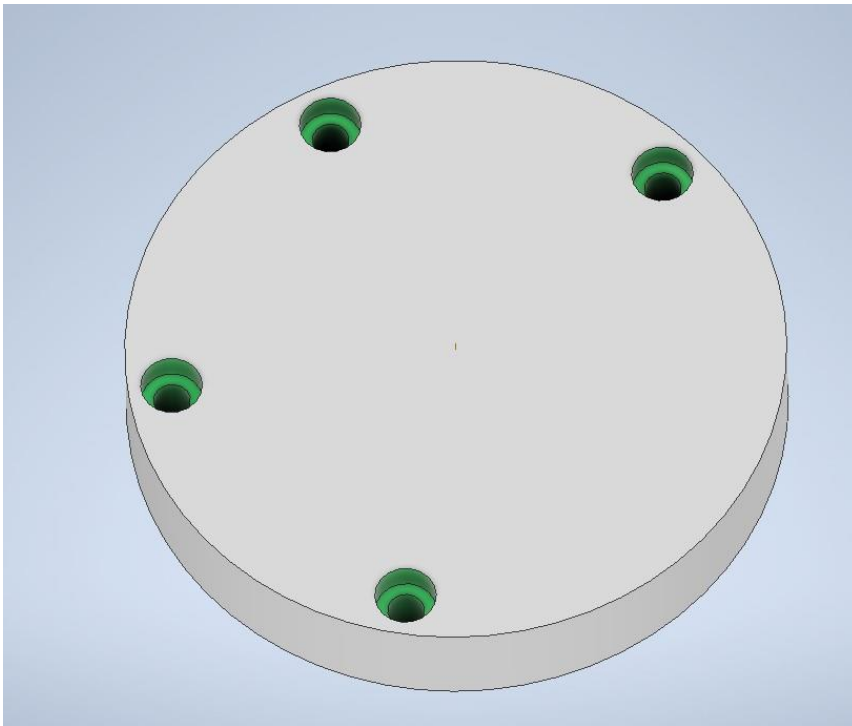
Tässä työssä käsitellään mallin luontia käyttäen CAD:iä (Computer Aided Design). Tietokoneen avulla voidaan mallintaa kolmiulotteinen malli käyttäen erilaisia ohjelmistoja. Tätä työtä varten luotu malli tehtiin Autodesk Inventorilla. Luotua 3D-mallia käytetään tuotteen prototyypin valmistamiseen.

Suunnittelu aloitettiin tutkimalla olemassa olevia turret latauspuristimia. Mikään markkinoilla olevista latauspuristimista ei täyttänyt tavoitetta, että sellainen olisi helposti itse valmistettavissa. Monissa markkinoilla olevissa puristimissa runko on valmistettu valamalla mikä ei ole järkevä valmistus tekniikka, kun kappaletta valmistetaan mahdollisesti vain yksi kappale. Markkinoilta löytyi yksi puristin, jonka runko on valmistettu alumiini ahiosta mutta tämänkin valmistaminen vaatisi järeitä työstökoneita, joita ei ole helposti saatavilla. Tavoitteena oli kuitenkin pystyä valmistamaan puristin perustyökaluilla. Seuraavaksi käydään läpi osat, joiden suunnittelu oli monimutkaista ja eivätkä olleet niin sanotusti standardi osia.

5.1 Runko

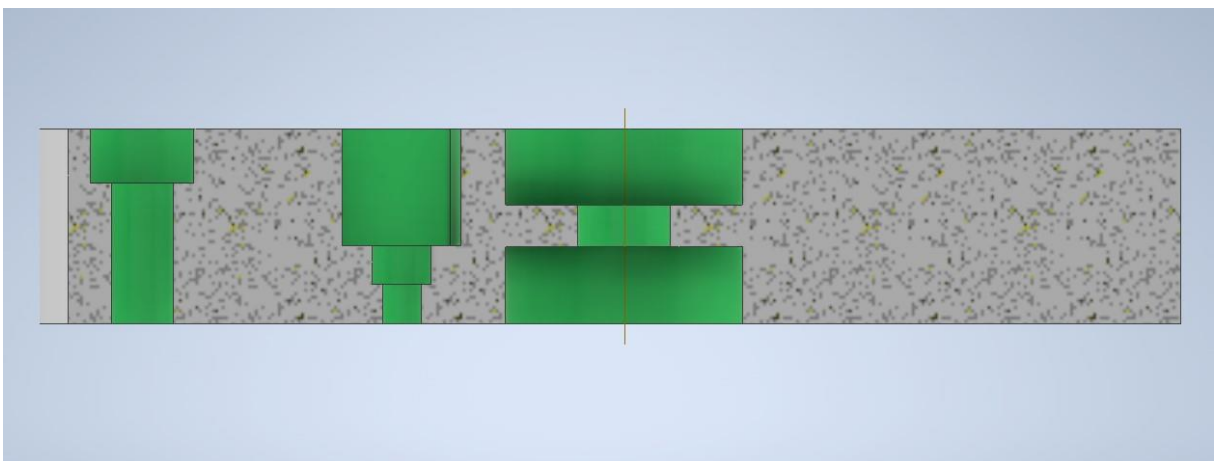
Suunnittelu aloitettiin suunnittelemalla runko, johon kaikki pääosa komponenteista tultaisiin kiinnittämään. Rungon halkaisijaksi valikoitui 150 mm koska tämän kokoinen tanko on standardi koko ja näin ollen sitä on helposti saatavilla. Runko tulee olemaan 25 mm paksu, jolloin siihen on mahdollista liittää turretin kohdistuksen vaativa lukitus. Runkoon tehdään 4 upotuksella varustettua reikää jalkojen kiinnitykseen vaadittavia pultteja varten.

Kuva 6. Runko, jossa reiät jalkoja varten



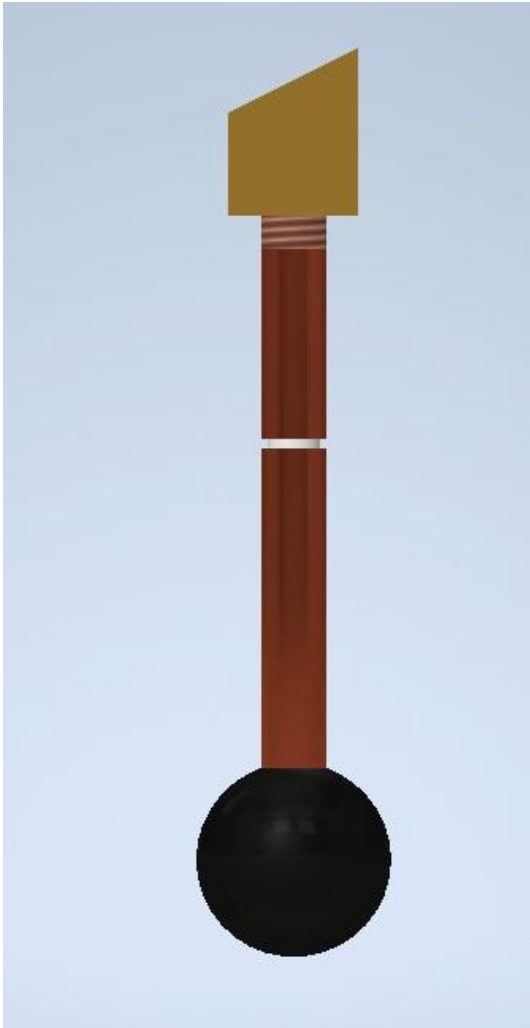
Jotta turret saadaan pyörimään helposti, tehdään runkoon sovitukset laakereita varten. Laakereiksi valikoitui viistokuulalaakeri tyypiltään 7201-B-TVP, jonka sisähalkaisija on 12 mm ja ulkohalkaisija on 32 mm. Tämän laakerin sisähalkaisija mahdollistaa riittävän suuren kiinnikkeen käytön. Ulkohalkaisijan johdosta jää riittävä tila turretin lukitusta varten. Lukitusta varten runkoon tehdään kolot lukitukseen käytettäviä komponentteja varten. Kolojen pohjalle tehdään upotukset lukituksen vaatimia jousia varten.

Kuva 7. Poikkileikkaus, jossa näkyy laakeri upotukset ja reiät jalkoja ja lukitusta varten



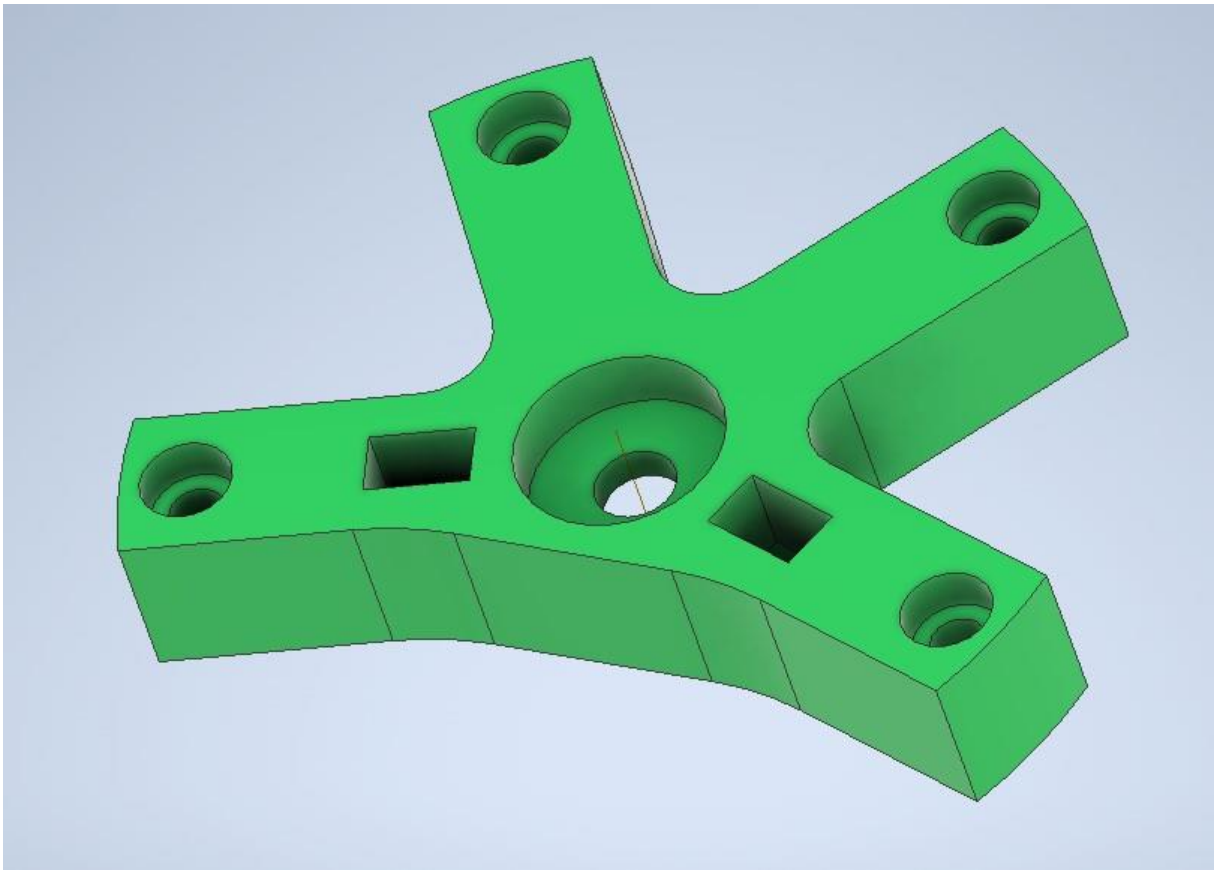
Lukitus tapahtuu niin sanotuilla kielillä, jotka ovat vastaavia kuin suomalaisissa ovissa käytetyt. Lukituksessa kieliä pidetään ulkona jousen voimalla. Kielien rampittomat pinnat ovat vastakkain, jolloin turettia ei pysty pyörittämään ilman että toinen lukituksista avataan. Lukituksen avaus tapahtuu vetämällä kieleen liitetystä tapista alaspäin, jolloin kieli vetäytyy rungon sisälle mahdollistaen turrettin pyörittämisen yhteen suuntaan.

Kuva 8. Lukitukseen käytettävä tappi kielineen.



Tämän jälkeen runko muotoillaan, jotta männällä on vapaa pääsy turrettiin. Tämä tehdään poistamalla materiaalia yhdeltä alueelta. Lisäksi materiaalia voidaan poistaa jalkojen väliltä, jotta kappaleesta saadaan kevyempi. tämä ei kuitenkaan ole välttämätöntä rungon toiminnan kannalta.

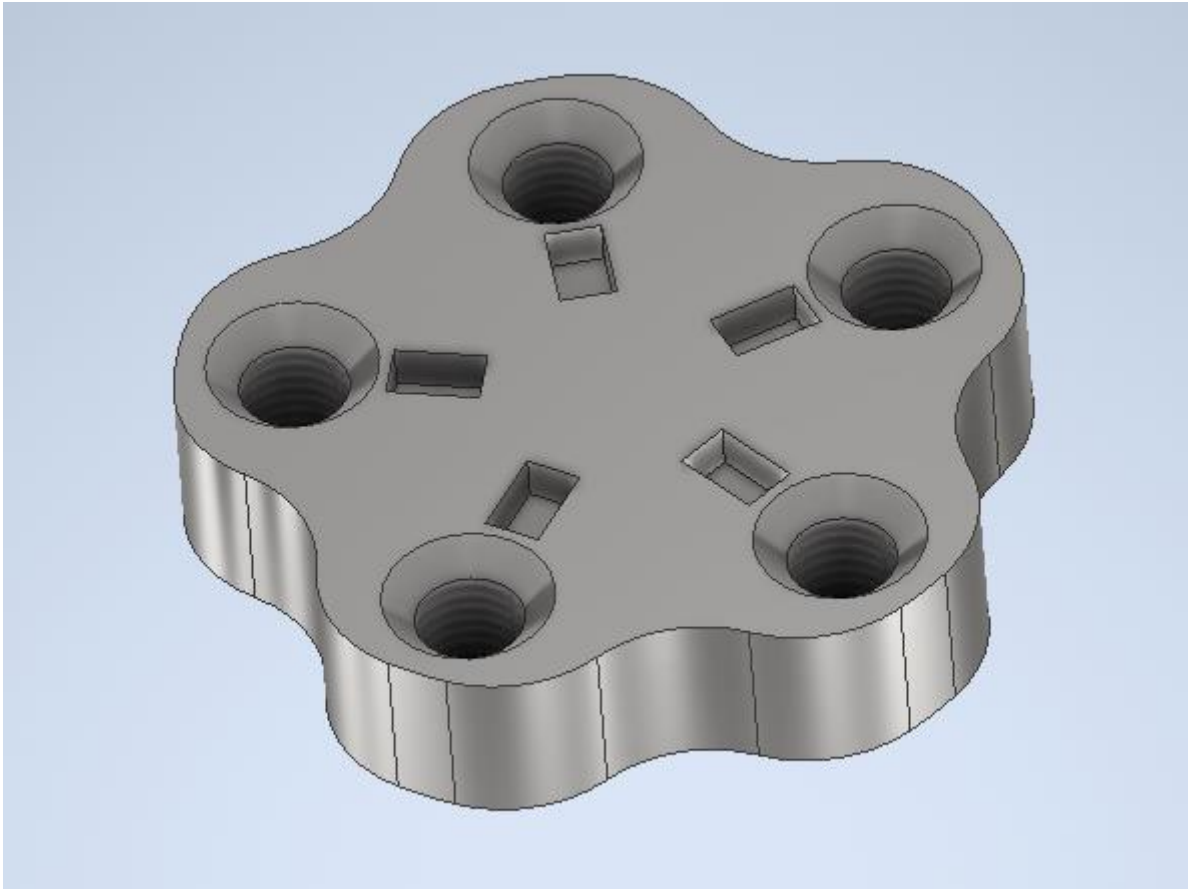
Kuva 9. Runko valmiina



5.2 Turret

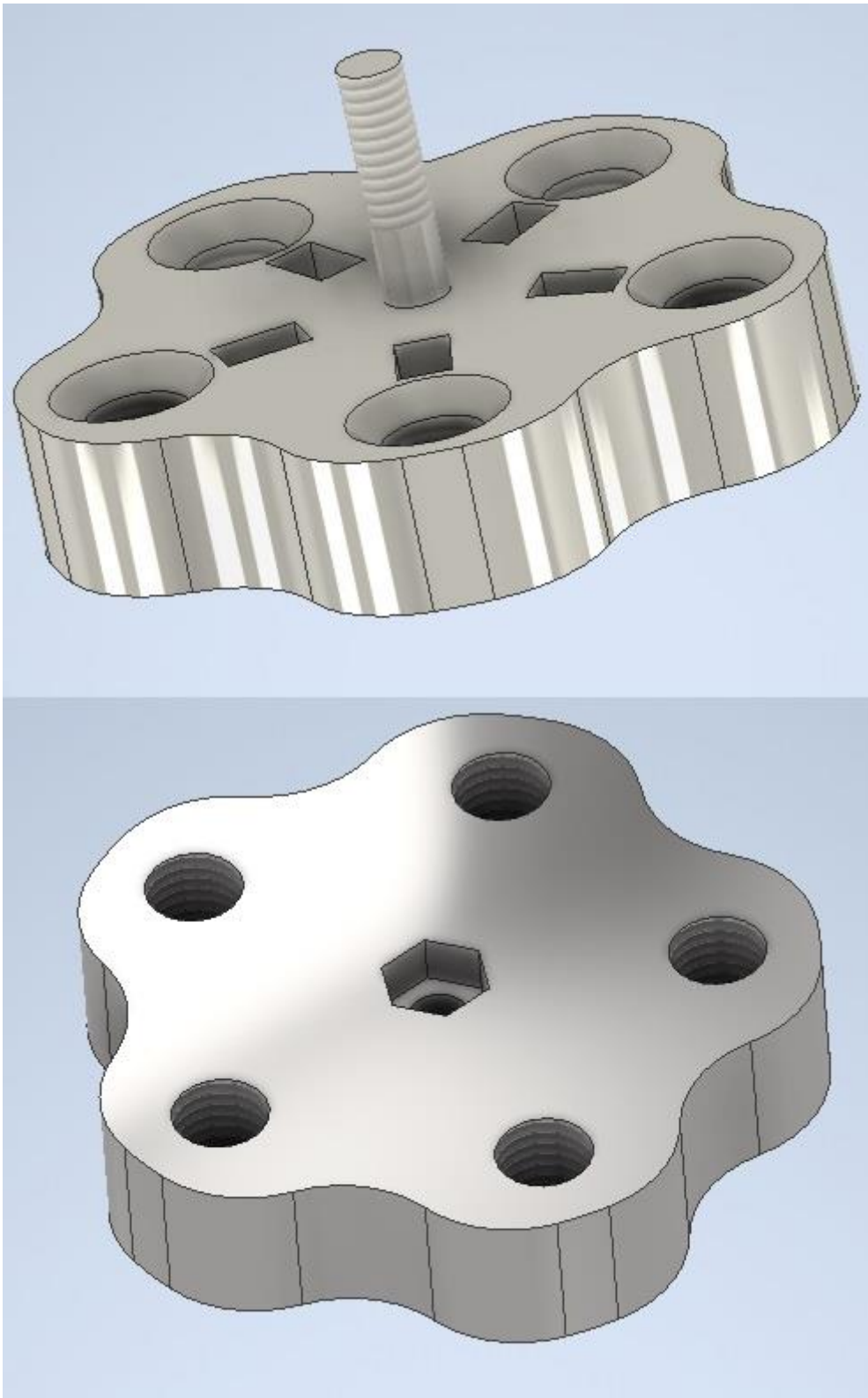
Turretit tullaan valmistamaan samasta materiaalista kuin runkokin. Turretteihin tehdään 5 kierteitettyä reikää koossa 7/8"-14 joka on latausholkeissa yleisesti käytetty kierre. Tämän lisäksi turretteihin tehdään 5 koloa, joiden sijainti vastaa rungossa olevien lukitus kolojen paikkaa. Lisäksi turretin pohjaan tehdään viisteet männän keskittämistä varten.

Kuva 10. Turretin lukitus kolot ja kierteet latausholkkeja varten.



Ensimmäisessä versioissa turretin kiinnitys runkoon tapahtui turrettiin kiinteästi koneistetulla tapilla, jonka päässä olisi ollut kierre. Tämä kuitenkin oli vastoin projektin päämäärää, että osat olisi mahdollista valmistaa ilman järeitä työstökoneita ja tämä aiheuttaisi myös suurta materiaali hukkaa. Tämän sijaan päädyttiin ratkaisuun, jossa tämä tappi korvataan turretin läpi menevällä pultilla. Pultti on helposti saatava komponentti ja näin ollen järkevämpi ratkaisu.

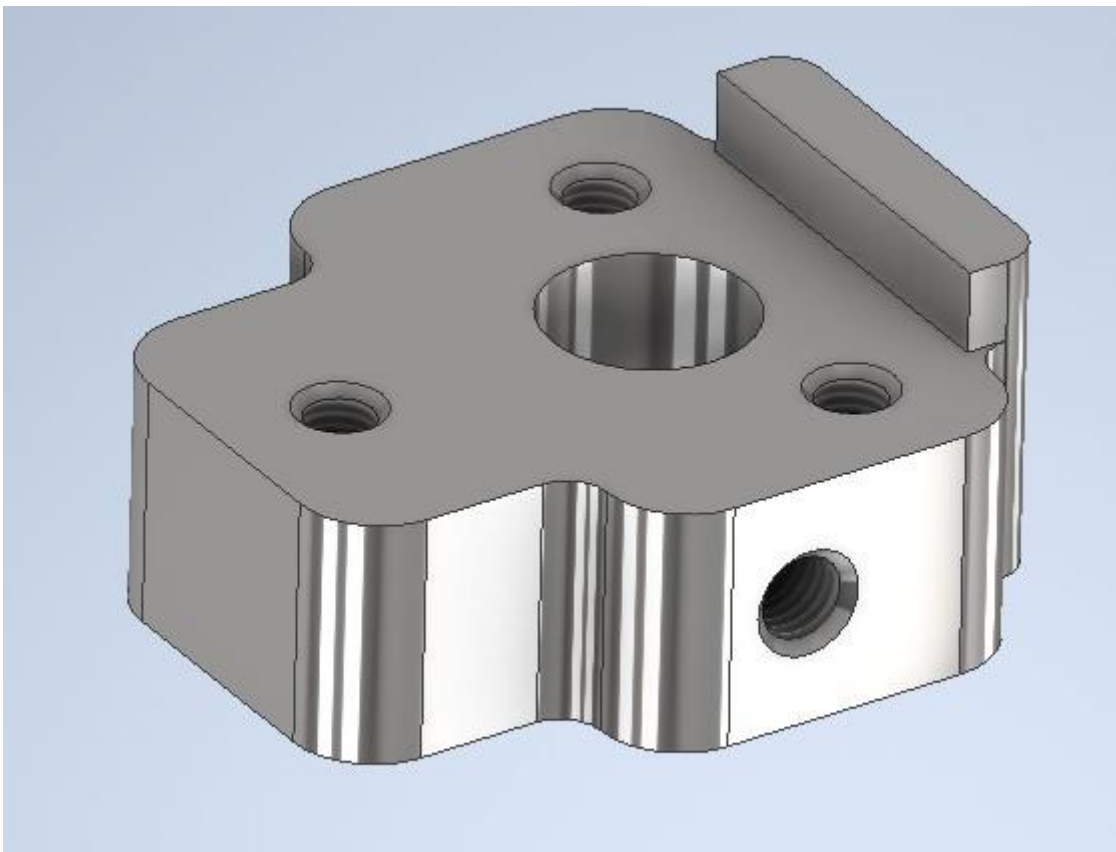
Kuva 11. Turretin eri versiot



5.3 Ohjain

Ohjain tullaan valmistamaan teräs aihioista, jonka mitat ovat 80x90x40 mm. Männän ohjaimen suunnittelussa piti ottaa huomioon, että kappale on helposti kiinnitettävissä alustaan. Koska runko ja siihen kiinnitetty turretti seisoo jalkojen varassa näitä, pystytään liikuttamaan tarpeen mukaan ja näin ollen ne pystytään keskittämään männän mukaan. Ohjaimessa on reikä mäntää varten tämä reikä pitää männän sille tarkoitetulla paikalla. Ohjain kiinnitetään alustaan kolmella ohjaimen läpi menevällä pultilla. Ohjaimesta kahvarunkoon menevät liitoslevyt kiinnitetään ohjaimessa oleviin kiertelytettyihin reikiin. Jotta liitoslevyissä olevat pultit eivät löystyisi ne lukitaan paikalleen erillisillä pidätinruuveilla. Pidätinruuveja varten on omat kiertelytetyt reiät. Kahvarungossa on lisäksi kynnyks mikä helpottaa sen asemointia alustaa vasten.

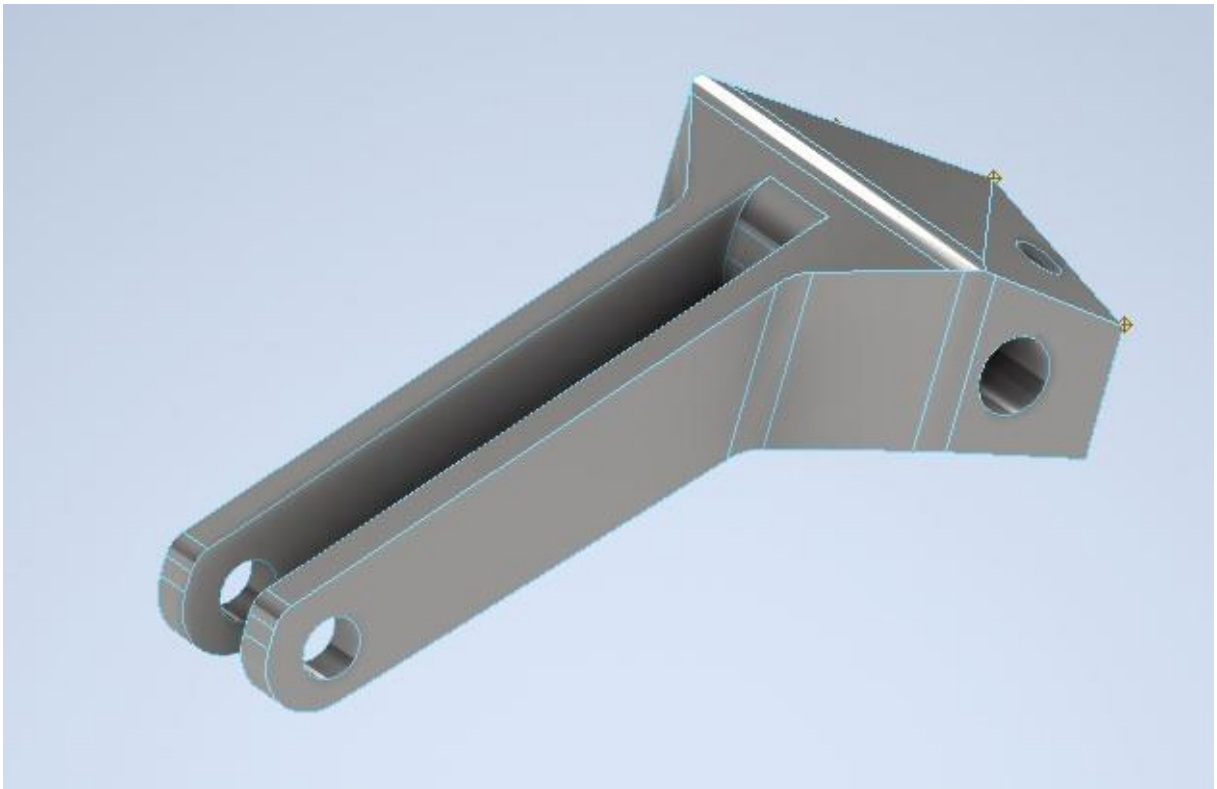
Kuva 12. Mallinnus ohjaimesta



5.4 Kahvarunko

Kahvarunko on keskeinen osa latauspuristimen toiminnassa. Se tullaan valmistamaan teräs aihioista, jonka koko on 140x100 mm. Kahvarunko on osa, joka kahvarunkoon kiinnitetyn kahvan avulla muuttaa väännöstä kohdistuvan liikkeen männän ylös alas liikkeeksi. Kahvarunko on mekaanisesti liitetty ohjaimen liitoslevyjen välityksellä. Liitoslevyjen ja kahvarungon tuoman vipuvoiman avulla mäntä voidaan pakottaa kohti latausholkkia. Kahvarunko on osa, joka vaatii isoimman osan materiaalista. Tässä osassa on paljon materiaali hukkaa, mutta sitä ei pysty välttämään, jotta latauspuristin toimii oikein. Kahvarungossa on kiinnitys reiät mäntää ja liitoslevyjä varten. Lisäksi kahva tullaan kiinnittämään tähän runkoon.

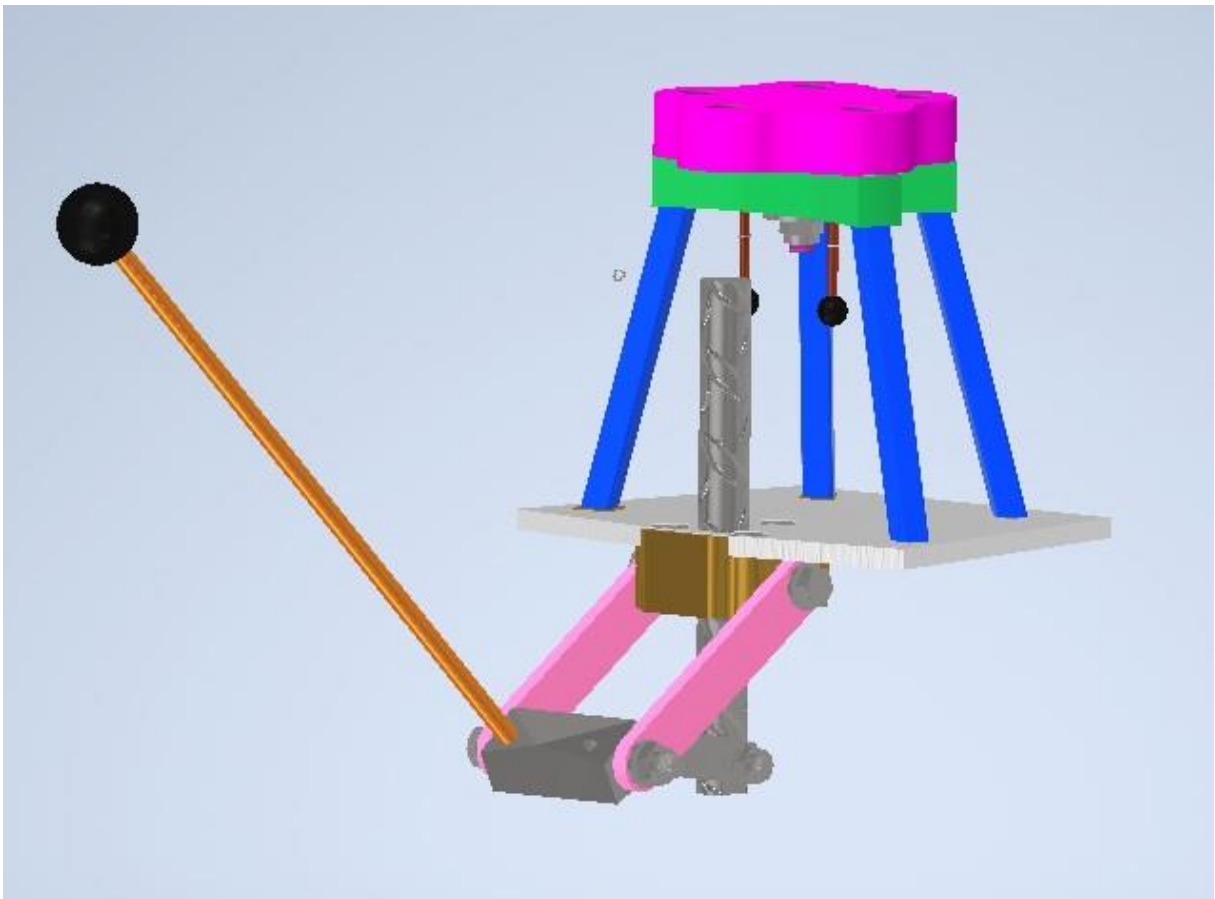
Kuva 13. Kahvarunko



5.5 Kokoonpano

Kokoonpanossa kaikki edellä mainitut komponentit yhdistetään toimivaksi laitteeksi. Kokoonpano vaiheessa tarkistettiin komponenttien yhteensopivuus. Mallinuksessa pystyttiin simuloimaan koneen toimintaa ja simuloinnin avulla pystyttiin määrittelemään, että kone toimii halutulla tavalla. Simulaatiosta saadun palautteen rohkaisemana laitteesta päädyttiin valmistamaan prototyyppi. Laitteen mallinuksen kokoonpano esillä seuraavassa kuvassa.

Kuva 14. Kokoonpano puristimesta komponentit väritettynä.

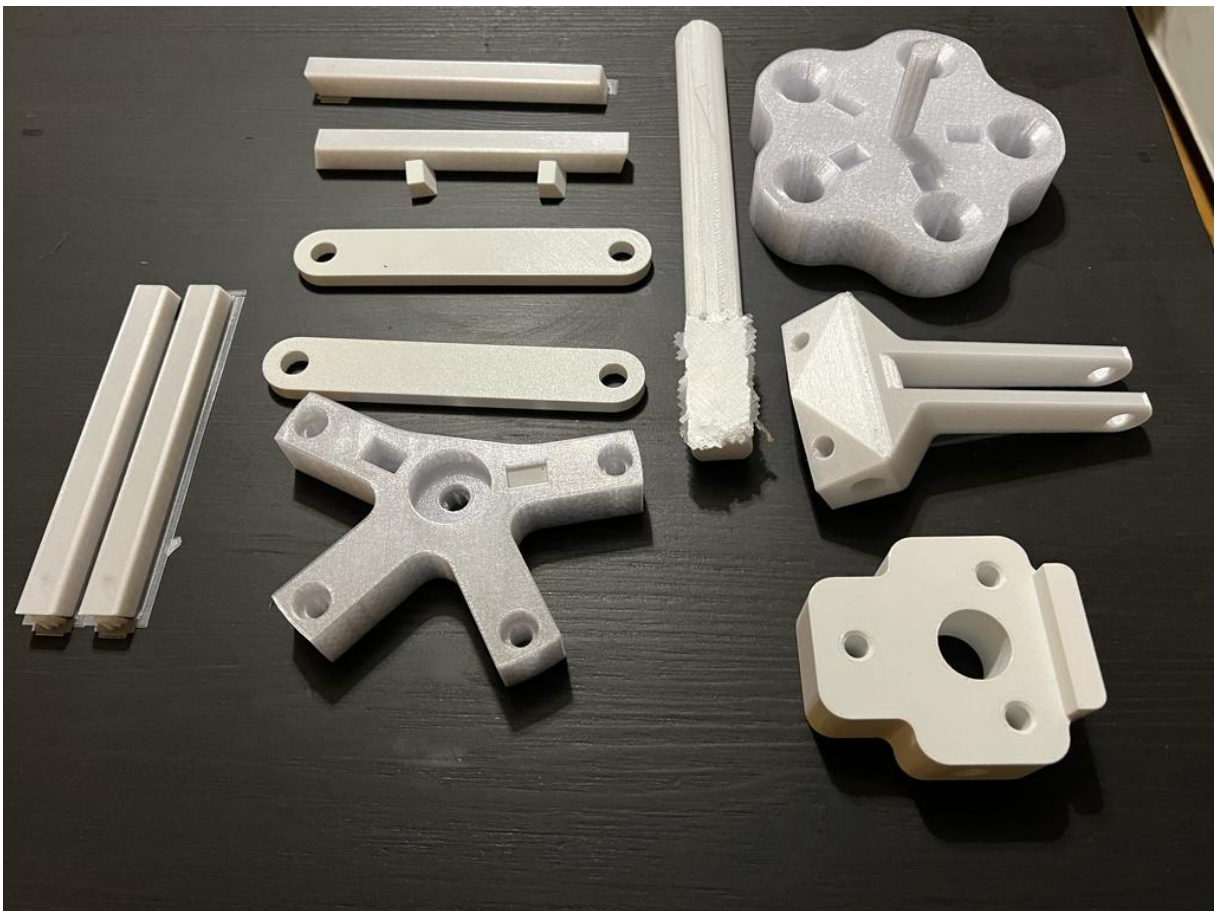


6 Prototyyppi

Valmiiden mallinnuksien pohjalta valmistettiin prototyyppi. Prototyyppi päädyttiin valmistamaan 3D-tulostamalla käyttäen FDM tekniikkaa. Mallinnukset tallennettiin STL

muodossa ja syötettiin PrusaSlicer ohjelmistoon. Ohjelmiston avulla mallinnukset viipaloitiin ja luotiin G-koodi, jota seuraamalla tulostin valmisti prototyyppiin tarvittavat kappaleet. Prototyyppiä varten osat tulostettiin käyttäen Prusa Mk3 3D-tulostinta. Tulostukset tehtiin käyttäen PETG muovia, jonka todettiin olevan riittävän kestävä tähän prototyyppiin. Tulostetut kappaleet tarkistettiin ja todettiin mallinnuksia vastaaviksi. Prototyyppi jouduttiin tulostamaan käyttäen turretin ensimmäistä versioita aikataulullisista syistä. Prototyyppiä varten tulostettu turretti pystytettiin muokkaamaan vastaamaan myöhempää versiota pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta.

Kuva 15. Prototyyppiä varten tulostetut kappaleet ennen jälkikäsittelyä.



6.1 Prototyypin kokoaminen

Tulostuksen jälkeen tulostetut kappaleet tarvitsivat jälkikäsittelyä. Männässä oli erityisesti tulostuksen jäljiltä käsiteltävää. Kappaleista poistettiin tulostuksen vaatimat tukirakenteet. Kappaleet vaativat myös jonkun asteista sovitusta, koska mallinnus vaiheessa ei osattu huomioida tulostuksesta johtuvia mitta heittoja. Kokoamiseen käytettiin standardi kokoisia kiinnitystarvikkeita, joita on saatavavilla helposti saatavilla ja lisäksi kuumaliimaa.

Kuva 16. Valmis prototyyppi



6.2 Prototyypin arviointi

Valmiista prototyypistä pystyttiin varmistamaan halutut toiminnot. Kahvan toimivuutta ei pystytty varmistamaan tulostetun materiaalin heikkouden takia. Kahvaa pystyttiin liikuttamaan mutta liiallisen kitkan vuoksi mäntää piti auttaa, jotta se liikkui. Männän liikkeen määrä pystyttiin varmistamaan prototyypin avulla ja että rungon ja alustan välissä on riittävä tila tehdä jälleen lataamiseen liittyviä toimenpiteitä. Komponentit todettiin mallinnusta vastaaviksi ja turretin lukitus toimi niin kuin se oli suunniteltu.

Kuva 17. Valmis prototyyppi toisesta kulmasta, jossa näkyvät lukitus tapit.



7 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella turret tyyppinen latauspuristin, joka olisi mahdollisimman helposti valmistettavissa. Aluksi tutustuttiin olemassa oleviin saman tyyppisiin latauspuristimiin, teknisiin toteutuksiin ja niiden valmistus tekniikoihin. Tämän jälkeen luonnosteltiin uusia ideoita, kuinka toteuttaa latauspuristin uudella tavalla. Luonnosten perusteella aloitettiin 3D-mallinnuksien teko CAD ohjelmistolla. CAD ohjelmiston avulla pystyttiin simuloimaan, että valitut ratkaisut toimivat ainakin teoriassa. Toimivien simulaatioiden pohjalta uskallettiin lähteä valmistamaan prototyyppi, jolla tämä pystytään varmistamaan.

Lopputuloksena saatiin aikaiseksi toimiva prototyyppi. Materiaalina muovi ei kuitenkaan ollut paras mahdollinen prototyyppiin. Kaikkia toimintoja ei pystytty testaamaan materiaalin heikkouden vuoksi, mutta työssä tavoitellut tekniset ratkaisut pystyttiin testaamaan. Turretin paikoitukseen ja lukitukseen käytetty ratkaisu toimii suunnitellulla tavalla. Työn aikana turretin mallia muutettiin runkoon kiinnityksen osalta, jotta saatiin toimivampi ratkaisu.

Prototyypin tulostettujen osien perusteella pystyttiin toteamaan, että jalkojen halkaisijaa tulee kasvattaa esteettisistä syistä. Lisäksi puristimessa on rungon ja alustan välissä ylimääräistä tilaa, jota voidaan vähentää ilman että lataaminen vaikeutuu. Tämän johdosta jalkoja ja mäntää voidaan lyhentää mutta silloin myös kahvarunko ja kiertokanget pitää suunnitella uusiksi, jotta puristin toimisi oikein. Lisäksi kahvan toiminnan testaamiseksi kahvarunko tulisi valmistaa vahvemmassa materiaalista.

Prototyypistä tehtyjen havaintojen perusteella suunniteltuihin kappaleisiin tehdään tarvittavat muutokset ja niiden toimivuutta voidaan testata tulostamalla tarvittavat kappaleet uusiksi. Koska pääkomponentit eivät muuttuneet ei kaikkia osia tarvitse tulostaa uusiksi, jotta saadaan toimiva prototyyppi versio 2. Prototyyppiin tarvitsee vaihtaa vain muutetut komponentit. Muovista tehtyjen tulosteiden perusteella työn lopulliseksi valmistusmenetelmäksi voidaan harkita 3D-tulostamista metallista soveltuvin osin. Kaikki komponentit on suunniteltu ja testattu että ne voidaan valmistaa tulostamalla. Tällä voidaan vähentää itsetehtävän työn määrää niin paljon että tulostaminen voi olla kustannus tehokkaampi vaihtoehto.

Lähteet

Hietikko, E. (2021). *Tuotekehitystoiminta* Bod -Books on Demand.

<https://ultimatereloader.com> yksiasemainen latauspuristin [kuva]

<https://ultimatereloader.com/wp-content/uploads/2012/01/SingleStage-small.jpg>

<https://ultimatereloader.com> turret latauspuristin [kuva]

<https://ultimatereloader.com/wp-content/uploads/2012/01/turret-small.jpg>

<https://ultimatereloader.com> progressiivinen latauspuristin [kuva]

<https://ultimatereloader.com/wp-content/uploads/2012/01/progressive-small.jpg>

flickr.com muovilanka keloja [kuva] <https://www.flickr.com/photos/adafruit/16295177075>