



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Miika Tikkala

Moottorikelkan kiinnittimen suunnittelu kappaleenkäsittelylaitteeseen

Opinnäytetyö

Kevät 2023

Insinööri (AMK), Konetekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Miika Tikkala

Työn nimi: Moottorikelkan kiinnittimen suunnittelu kappaleenkäsittelylaitteeseen

Ohjaaja: Hannu Ylinen

Vuosi: 2023

Sivumäärä: 60

Liitteiden lukumäärä: 2

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Jucat Oy. Työn tavoitteena oli suunnitella kiinnitin Jucat Oy:n valmistamaan kappaleenkäsittelylaitteeseen. Kiinnittimen avulla on mahdollista tehdä moottorikelkkojen huolto- ja korjaustöitä. Kiinnitin suunniteltiin niin, että sillä pystytään nostamaan ja pyörittämään useita erilaisia moottorikelkkoja. Kiinnittimen avulla on mahdollista myös parantaa ergonomiaa moottorikelkkojen kanssa työskenneltäessä.

Työ aloitettiin suunnitteluun tarvittavien tietojen hankkimisella. Vastaavaa kiinnitintä ei ole tiettävästi aiemmin suunniteltu, joten monia asioita täytyi pohtia tarkasti ennen aloittamista. Lähtötietoina suunnittelulle toimivat moottorikelkan mitat ja massa. Suunnittelu alkoi kappaleenkäsittelylaitteen valinnalla, jonka jälkeen kiinnittimen runko oli mahdollista suunnitella. Rungon jälkeen suunniteltiin kiinnittimet, joilla tartutaan kelkasta kiinni. Kiinnittimiä suunniteltiin kaksi kappaletta, sekä lisäksi tehtiin yksi kohdistin. Lopuksi malli viimeisteltiin ja tehtiin rungon lujuustarkastelu.

Tulokseksi saatiin CAD-malli, joka täytti kaikki sille annetut kriteerit. Kiinnittimessä on useita säätömahdollisuuksia, joiden avulla useiden erilaisten moottorikelkkojen sovittaminen on mahdollista. Kiinnittimen ulkomitat pysyivät haluttuina, ja sen ansiosta kelkan ympärillä päästään tekemään hyvin huoltoja. Rungon lujuustarkastelu osoitti, että se kestää kelkan käännöstä aiheutuvat rasitukset hyvin. Kiinnittimestä tehtiin myös valmistuskuvat, joten se on täysin valmis tuotantoon.

¹ Asiasanat: moottorikelkat, suunnittelu, ergonomia

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Miika Tikkala

Title of thesis: Designing a snowmobile attachment to a workpiece positioner

Supervisor: Hannu Ylinen

Year: 2023

Number of pages: 60

Number of appendices: 2

The thesis was commissioned by Jucat Oy. The company is a specialist partner for companies in the welding and manufacturing industries. The company provides its clients with comprehensive automation and robotisation solutions. The goal of the project was to design an attachment between a workpiece positioner and the snowmobile. With the attachment, the aim was to improve work ergonomics and facilitate the maintenance and repair work of snowmobiles. The attachment is intended to lift and rotate the snowmobile to desired positions. The purpose was to design such an attachment that several different snowmobiles could be fitted to it.

The design started by collecting data related to snowmobiles on such as dimensions and weights. After that, the task was to find the best workpiece positioner for the application from Jucat Oy's selection. Next, the frame and the connection to the snowmobile were designed. At the end of the work, a strength calculation was made for the frame.

As a result of the project, a complete CAD-model was created that would meet the requirements given to it. The attachment had a lot of adjustment possibilities and its size remained as small as desired. At the end, production photos were made.

¹ Keywords: Snowmobile, design, attachment, ergonomics

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkuuettelo	6
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tausta	8
1.2 Työn tavoitteet.....	8
1.3 Työn rakenne	8
1.4 Yritys esittely	9
2 TEORIA.....	11
2.1 Tuotekehitysprosessi.....	11
2.1.1 Stage-Gate Approach	15
2.1.2 Systemaattinen tuotesuunnittelu	16
2.1.3 Vertailu.....	18
2.2 Ergonomia.....	19
2.3 Moottorikelkan rakenne ja huoltokohteet.....	21
2.3.1 Rakenne.....	21
2.3.2 Moottorikelkan huoltokohteet	22
3 SUUNNITTELU JA MALLINNUS.....	25
3.1 Lähtötietojen hankinta	25
3.2 Kappaleenkäsittelylaite.....	26
3.3 Moottorikelkka	29
3.4 Runko.....	34
3.4.1 Rungon muotoilu.....	34
3.4.2 Rungon viimeistely	35
3.5 Moottorikelkan kiinnittäminen	39
3.5.1 Pääkiinnitys.....	40
3.5.2 Tukikiinnitys	45
3.5.3 Kohdistus	49
3.6 Lujuustarkastelu	51

4 TULOKSET	53
5 YHTEENVETO JA POHDINTA.....	56
LÄHTEET	59
LIITTEET	60

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. JCK 1500 -kappaleenkäsittelylaite.....	27
Kuva 2. JCP 1500 -kappaleenkäsittelylaite.....	28
Kuva 3. BRP Lynx Xtrim SC 900 ACE 2015 3D -malli	30
Kuva 4. Moottorikelkan astinlauta, johon tulee pääkiinnitys	31
Kuva 5. Tukikiinnityksen kiinnityskohta	32
Kuva 6. Moottorikelkan etupuskuri	33
Kuva 7. Moottorikelkan takapuskuri	33
Kuva 8. Rungon muotoilu.....	34
Kuva 9. Rungon muotoilu pystyasennossa.	35
Kuva 10. Nostokorva.....	36
Kuva 11. Sisävahvike.....	37
Kuva 12. Varren päällä oleva luukku	38
Kuva 13. Kiinnityslevyn paikoitusnastat	39
Kuva 14. Pääkiinnittimen kiinnitys runkoon.....	41
Kuva 15. Pääkiinnittimen astinlaudan kiinnitys	42
Kuva 16. Isompi vastekappale	43
Kuva 17. Pienempi vastekappale.....	43
Kuva 18. Pääkiinnitinkokonaisuus	44
Kuva 19. Alkuperäinen tukikiinnitysosa kelkkaan.....	45
Kuva 20. Toinen versio tukikiinnittimestä	46

Kuva 21. Tukikiinnittimen rakenne	47
Kuva 22. Tukikiinnittimen lopullinen versio	48
Kuva 23. Tukikiinnitin moottorikelkassa kiinni	49
Kuva 24. Moottorikelkan kohdistin	50
Kuva 25. Kohdistin rungossa kiinni	51
Kuva 26. Suunniteltu kiinnitin	53
Kuva 27. Laite kokonaisuudessa	54
Kuvio 1. Cooperin tuotekehitysprosessin vaihe-portti-menetelmä	16
Kuvio 2. Tuotekehitysprojektin toimintavaiheet	18
Taulukko 1. Tuotekehitystoiminnan lähtökohtia.	12
Taulukko 2. Tuotekehitysprosessin vaiheet	12
Taulukko 3. Käyttöä edeltävä tarkastuslista	23
Taulukko 4. Ensisijaiset huoltokohteet.	24
Taulukko 5. Toissijaiset huoltokohteet.	24

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Moottorikelkkailu on Suomessa yleinen harrastus. Kuten kaikki moottoriajoneuvot myös moottorikelkat tarvitsevat huoltoa. Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin moottorikelkalle kiinnitin, joka helpottaa huoltotöiden suorittamista. Moottorikelkan kiinnittimelle on tullut kysyntää Jucat Oy:n toimitusjohtajan harrastuspiirien kautta. Kelkkailun harrastajilta on tullut tiedusteluja, olisiko tällainen kiinnitin mahdollista tehdä, koska siinä pystyttäisiin hyödyntämään Jucat Oy:n vakio-kappaleenkäsittelylaitetta. Tämän tarpeen pohjalta päädyttiin suunnittelemaan kiinnitintä.

1.2 Työn tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella kappaleenkäsittelylaitteeseen moottorikelkan kiinnitin, jonka voi laittaa tilaukseen. Kiinnittimen täytyy sopia mahdollisimman moneen eri kelkkamalliin pienillä muutoksilla tai säädöillä. Kiinnittimen helppokäyttöisyys on myös tärkeää, kuten myös se, että kiinnitintä voi säilyttää tyhjänä, niin että se vie mahdollisimman vähän tilaa. Kiinnittimellä on tarkoitus helpottaa moottorikelkkojen huoltoa ja korjausta. Tämä on mahdollista, koska pyörityslaitteella saadaan parannettua ergonomiaa ja saavutettavuutta muuten hankaliin paikkoihin. Tuotteen täytyy olla rakenteellisesti luotettava ja niin toimiva, että sen voi laittaa tuotantoon ja siitä voidaan valmistaa prototyyppi. Kiinnittimestä täytyy myös tehdä valmistuskuvat tilausta varten. Kiinnitin on myös tarkoitus tuotteistaa vakiovalikoimaan, kun se on valmis ja toimivaksi todettu.

1.3 Työn rakenne

Opinnäytetyö alkaa johdannolla, jossa käydään läpi työn tausta ja tavoitteet. Johdannossa on myös toimeksiantajayrityksen esittely. Luvussa kaksi on aiheeseen liittyvää teoriaa ja ensimmäisenä käsitellään tuotekehitysprosessia. Aluksi tutustutaan yleisesti tuotekehitykseen, jonka jälkeen tutustutaan kahteen eri tuotekehitysprosessimalliin ja vertaillaan niitä keskenään. Seuraavaksi on teoriaa ergonomiasta sekä moottorikelkkojen huoltoon ja rakenteeseen liittyen. Ergonomiaa käsitellään yleisellä tasolla liittyen huonoihin työasentoihin ja niiden parantamiseen. Moottorikelkkojen huollosta ja rakenteesta käydään läpi niitä asioita, jotka

liittyvät työssä suunniteltavan kiinnittimen käyttöön. Tässä luvussa kerrotaan myös perustietoja moottorikelkoista.

Kolmas luku käsittelee suunnittelua ja sen kaikkia vaiheita. Luku alkaa tietojen hankinnasta, jonka jälkeen alkaa kiinnittimen suunnittelu pala kerrallaan. Aluksi suunnitellaan kiinnittimen runko, ja sen jälkeen siirrytään moottorikelkan kiinnittämisen suunnitteluun. Kun kaikki suunnitellut osat ovat käsitelty, on viimeisenä aiheena lujuustarkastelu, joka tehtiin kiinnittimen rungolle. Neljännessä luvussa käsitellään opinnäytetyössä saatuja tuloksia. Tuloksissa on myös käsitelty valmistuskuvien tekemistä. Viides luku on varattu yhteenvedolle ja pohdinnalle. Luvussa käsitellään kiinnittimen suunnittelua yleisesti ja sen aikana vastaan tulleita haasteita. Pohdinnassa käydään läpi myös asioita, jotka vaikuttivat työn etenemiseen, ja sitä, kuinka työ onnistui kokonaisuutena.

1.4 Yritys esittely

Jucat Oy on vuonna 2001 perustettu suomalainen yritys, joka toimii kumppanina hitsaavan ja valmistavan teollisuuden yrityksissä (Jucat, i.a.). Yritys tarjoaa asiakkailleen kokonaisvaltaisen tuotannon tehostamisen, automatisoinnin ja robotisoinnin ratkaisuja, joiden avulla taataan liiketoiminnan kilpailukyky ja tarjotaan mainiot tuotannon jatkokehitysmahdollisuudet. Jucat Oy takaa, että yrityksen ratkaisulla saavutetaan projektin alkumetreiltä määritellyt tuottavuustavoitteet. Tähän päästään edistyksellisen, optimoidun suunnittelu- ja tuotantoprosessin ansiosta.

Jucat Oy:n ote tuotannon kehittämiseen on ratkaisukeskeinen ja asiakaslähtöinen (Jucat, i.a.). Yritys toimii lähellä asiakasta, minkä ansiosta yritys pystyy pureutumaan asiakkaan tarpeisiin niin lähtötilanteessa kuin jatkokehityksessäkin. Pyrkimys on tuoda asiakkaalle aitoa lisäarvoa rakentamalla kokonaisvaltaisia ratkaisuja, joilla tehostaa tuotantoa. Yritys toimii myös asiakkaiden tukena käyttöönoton jälkeen, jolla varmistetaan asiakkaalle paras mahdollinen hyöty heille tehdystä ratkaisusta.

Yrityksen modernit ja teknologisesti edistykselliset tilat sijaitsevat Seinäjoella, Etelä-Pohjanmaalla, josta he palvelevat teollisuusyrityksiä Suomessa ja muualla Euroopassa (Jucat, i.a.). Tavoite on tarjota teollisuuden yrityksille parempaa kilpailukykyä parantamalla tuotannon tuottavuutta, laatua, ergonomiaa ja työturvallisuutta.

Yrityksen valmistamat vakiokappaleenkäsittelylaitteet edustavat erittäin korkealuokkaista tekniikkaa, jollaista ei muualla valmisteta (Jucat, i.a.). Laitteiden älykkäät toiminnot varmistavat, että kappaleiden käsittely on mahdollisimman suoraviivaista, ja työn lopputulos on joka kerta yhtä laadukas. Ominaisuudet, kuten nopeuden ja kappaleen liikuttelun säätely, parantavat työntekijöiden turvallisuutta ja ehkäisevät rikkoutumista esimerkiksi estämällä törmäyksiä.

2 TEORIA

2.1 Tuotekehitysprosessi

Tuotekehityksen toteutustapa riippuu yrityksen valitsemasta tuotekehitysstrategiasta (Haverila ym., 2009, s. 270). Yrityksellä on käytännössä kolme vaihtoehtoa, jota he voivat toteuttaa tuotekehityksessä: Yritykset voivat olla edelläkävijöitä, seurailijoita tai kopioijia. Edelläkävijät kehittävät ja innovoivat aktiivisesti uusia tuotteita, ja sen takia tuotekehitys on heillä varsin korkeassa asemassa. Korkean aktiivisuuden takia myös panostus kehitykseen ja tutkimukseen on suuria. Nämä yritykset valmistavat uusia ja paranneltuja tuotteita, jotka ovat huomattavasti parempia ominaisuuksiltaan. Näille yrityksille tekninen osaaminen on elintärkeää ja suuri kilpailutekijä. Seurailijat ovat taas niitä, jotka pyrkivät keksimään parannuksia edelläkävijöiden tuotteisiin ja näin kehittämään niistä omat paremmat versionsa. Markkinoiden kannalta näiden yritysten tuotteet tulevat myöhemmin saataville kuin edelläkävijöiden, ja sen takia riski on paljon pienempi ja säästö tuotekehityskustannuksissa huomattava. Seurailijoiden kilpailukyky johtuukin tästä ja myös siitä, että he valmistavat tuotteet eri asiakasryhmien tarpeisiin. Yritykset, jotka ovat kopioijia eivät tarvitse omaa tuotekehitystä, koska tuotteet kopioidaan mahdollisimman suoraan kilpailijoilta tai he ostavat tuotteen valmistusoikeudet. Heidän kilpailukykyä perustuu siihen, että he tekevät tuotteet mahdollisimman kustannustehokkaasti ja valmistusteknisesti järkevästi, jolloin tämä myös johtaa hinnan alenemiseen.

Tuotekehityksellä tarkoitetaan toimintaa, joka tähtää joko kokonaan tai osittain uusien tuotteiden kehittämiseen markkinoille (Haverila ym., 2009, s. 270). Tuotesuunnittelu termillä taas tarkoitetaan sitä, kun kehitellään tuoteparannuksia. Uusien tuotteiden kehittäminen on yrityksille haastava tehtävä, sillä siinä mitataan yrityksen markkinatietoja, teknisen osaamisen tasoa, taloudellista tasoa sekä kykyä ja halua kilpailla. Nykyaikana tuotekehitys korostuu entistään, koska markkinat ovat globaalimmat ja teknologian kehittyminen entistä nopeampaa.

Taulukko 1. Tuotekehitystoiminnan lähtökohtia (perustuen Haverila ym., 2009, s. 270).

1.	Asiakkaiden tarpeiden muutokset
2.	Tuottojen lasku
3.	Tuotteiden tekninen vanhentuminen
4.	Kysynnän heilahtelut
5.	Tuotteiden taloudellinen vanhentuminen
6.	Käyttämätön kapasiteetti
7.	Materiaalin kehittyminen
8.	Kilpailun kiristymisen
9.	Hukkaraaka-aineiden hyödyntäminen
10.	Tekniikan kehittyminen
11.	Lainsäädännölliset ja talouspoliittiset seikat

Taulukossa 1 on listattu lähtökohtia tuotekehitysprosessin aloittamiseen. Näistä kohdista voi täytyä yksi tai useampi, joka johtaa prosessin aloittamiseen. Usein tuotteiden kohdalla useampi kohta täyttyy, koska kehitys on tuonut uutta tekniikkaa saataville. Tekniikka menee kovaa vauhtia eteenpäin monella osa-alueella, ja se lisää uusien tuotteiden määrää. Määrä taas lisää tuotekehitystarvetta, jotta yritykset pystyvät kilpailemaan markkinoilla.

Tuotekehityksen päätavoitteena yrityksissä on kehittää tuotteita, joilla yritys pystyy varmistamaan kannattavan liiketoiminnan ja näin turvaamaan toimintansa jatkumisen (Haverila ym., 2009, s. 271). Tavoitteena on myös parantaa yrityksen markkina-asemaa ja saada lisää kanta-asiakkaita sekä säästää luontoa tehdyillä valinnoilla.

Taulukko 2. Tuotekehitysprosessin vaiheet (perustuen Haverila ym., 2009, s. 272).

1.	Ideointi
2.	Alustava tutkimus
3.	Yksityiskohtainen tutkimus (liiketaloudellinen analyysi)
4.	Tuotteen kehittäminen
5.	Testaus
6.	Lanseeraus

Taulukossa 2 on esitetty tuotekehitysprosessin yleiset vaiheet, mutta tuotekehitysprosesseja voi olla hyvin erilaisia, vaikka usein niissä on samoja piirteitä. Tuotekehityksen peruslähtökohtia ovat usein kysyntä, tarve tai vanhan tuotteen parantaminen. Seuraavaksi käsitellään tuotekehitystä toisen näkökulman kautta.

Voittoa tuottavan yrityksen sijoittajien näkökulmasta onnistunut tuotekehitys johtaa tuotteisiin, joita voidaan tuottaa ja myydä kannattavasti, mutta kannattavuutta on usein vaikea arvioida nopeasti ja suoraan (Ulrich ym., 2020, s. 2–3). Katsomalla viittä tarkempaa osa-aluetta

tuotekehitystyössä, voidaan arvioida mahdollisia voittoja. Näitä käytetään yleisesti arvioitaessa tuotekehitystyön suorituskykyä, ja ne ovat:

- **Tuotteen laatu:** Kuinka hyvä tuote on tuotekehitystyön ansiosta? Tyydyttääkö se asiakkaiden tarpeet? Onko se vankka ja luotettava? Tuotteen laatu heijastuu suoraan markkinaosuuteen, jonka se voi saavuttaa, ja siihen, paljonko ihmiset ovat valmiita maksamaan tuotteesta.
- **Tuotteen hinta:** Kuinka paljon tuotteen valmistaminen maksaa? Nämä kustannukset sisältävät yleiset laitehankinnat ja työkalut sekä kunkin tuoteyksikön valmistuksesta syntyvät kulut. Tuotteen hinta määrittelee sen, kuinka paljon yritykselle kertyy voittoa tiettyä myyntimäärää ja myyntihintaa kohden.
- **Tuotekehitykseen mennyt aika:** Kuinka nopeasti tiimi sai valmiiksi tuotekehitysprosessin? Tuotekehitykseen käytetty aika määrittelee, kuinka hyvin yritys reagoi verrattuna kilpailijoihin, teknologian kehitykseen, sekä kuinka nopeasti yritys saa taloudellisen tuoton suunnittelutiimin työstä.
- **Tuotekehityksen kustannukset:** Kuinka paljon yritys joutui käyttämään rahaa tuotekehitykseen? Tuotekehityskustannukset ovat merkittävä osa vaadittuja investointeja, joita tarvitaan voiton saavuttamiseksi.
- **Tuotekehityskyky:** Pystyvätkö suunnittelutiimi ja yritys paremmin kehittämään tulevaisuuden tuotteita tuotekehitysprojekteista saatujen kokemusten ansiosta? Tuotekehityskyky on voimavara, jonka avulla yritys voi kehittää tuotteitaan tulevaisuudessa tehokkaammin ja taloudellisemmin.

Kuten tästä voi huomata, tuotekehitysprosessin onnistuminen vaatii monelta osa-alueelta paljon, ja tästä syystä se ei ole helppoa. Monet prosessit ovat voineet pysähtyä sen takia, että yksi yllä mainituista kohdista ei ole täytynyt ja se on tehnyt tuotekehityksestä kannattamatonta. Yhteenvetona voi todeta, että täytyy tietää, mitä asiakas haluaa tuotteeltaan ja se täytyy valmistaa niin, että yritykselle jää voittoa. Sen lisäksi täytyy olla ajan hermolla, että tuote on markkinoilla silloin, kun sille on kysyntää.

Tuotekehitys on monitieteistä toimintaa, joka vaatii panoksia lähes jokaiselta osa-alueelta yrityksen sisältä, mutta silti kolme pääosa-aluetta ovat lähes aina keskeisimmässä roolissa (Ulrich ym., 2020, s. 3).

- **Markkinointi:** Markkinoinnin tehtävä on toimia asiakkaan ja yhtiön välissä. Markkinoinnin on usein helppo tunnistaa mahdollisia tuotekehityskohteita sekä määrittää markkinarakoja ja tunnistaa asiakastarpeita. Markkinointi myös järjestää keskusteluyhteyksiä yrityksen ja asiakkaiden välille, asettaa hinnalle tavoitetason ja tarkkailee uuden tuotteen lanseerausta ja promoamista.
- **Suunnittelu:** Suunnittelulla on päärooli tuotteen fyysisen muodon määrittelyssä, jotta se saadaan vastaamaan parhaiten asiakastarpeita. Tässä yhteydessä suunnitteluun kuuluu tekninen suunnittelu (mekaniikka, sähkö, ohjelmisto, yms.) ja myös teollinen suunnittelu (ulkonäkö, ergonomia ja käyttöliittymät).
- **Valmistus:** Valmistuksen päätehtävä on olla vastuussa tuotteen valmistusprosessin suunnittelusta, toteuttamisesta ja/tai sen koordinoinnista tuotteen valmistamiseksi. Laajemmin katsottuna valmistuksen tehtävät sisältävät myös ostoa, jakelua ja asennuksia. Tätä kokonaisuutta kutsutaan myös toimitusketjuksi.

Yksilöt näiden pääluokkien alla usein omaavat erikoisosaamista joiltain aloilta, kuten markkinatutkimuksesta, mekaniikkasuunnittelusta, sähkötekniikasta, materiaalitekniikasta tai valmistustekniikasta (Ulrich ym., 2020, s. 3). Useat muut toiminnot, mukaan lukien rahoitus ja myynti, ovat mukana osa-aikaisesti uuden tuotteen valmistuksessa. Näiden laajojen toiminnallisten kategorioiden lisäksi kehitystiimin erityinen kokoonpano riippuu tuotteen erityisominaisuuksista. Todella harvoin tuotteita suunnittelee pelkästään yksi henkilö.

Yleensä kootaan suunnitteluryhmä, jonka kanssa lähdetään viemään tuotekehitystä eteenpäin yhdessä.

Ulrich ym. (2020, s. 3) tiivistivät tuotekehityksen kolmeen pääkohtaan, joka selventää prosessia, vaikka todellisuudessa näiden kohtien alla on suuri määrä alakohtia. Kuten edellä on todettu, tällaisia töitä harvoin tehdään yksin, vaan usein on ympärillä tiimi, jossa asiaa käsitellään. Tässä opinnäytetyössä tehty tuotekehitys on ollut myös osittain tiimityötä, koska työn aikana on saatu vinkkejä ja apua niin työn tilaajalta kuin yrityksen muulta henkilökunnalta. Vinkkien saaminen on todella hyvä asia, sillä yksin tehdessä harvoin kyseenalaistaa tekemistään tarpeeksi ja saattaa jäädä vangiksi oman idean taakse ja luottaa sen

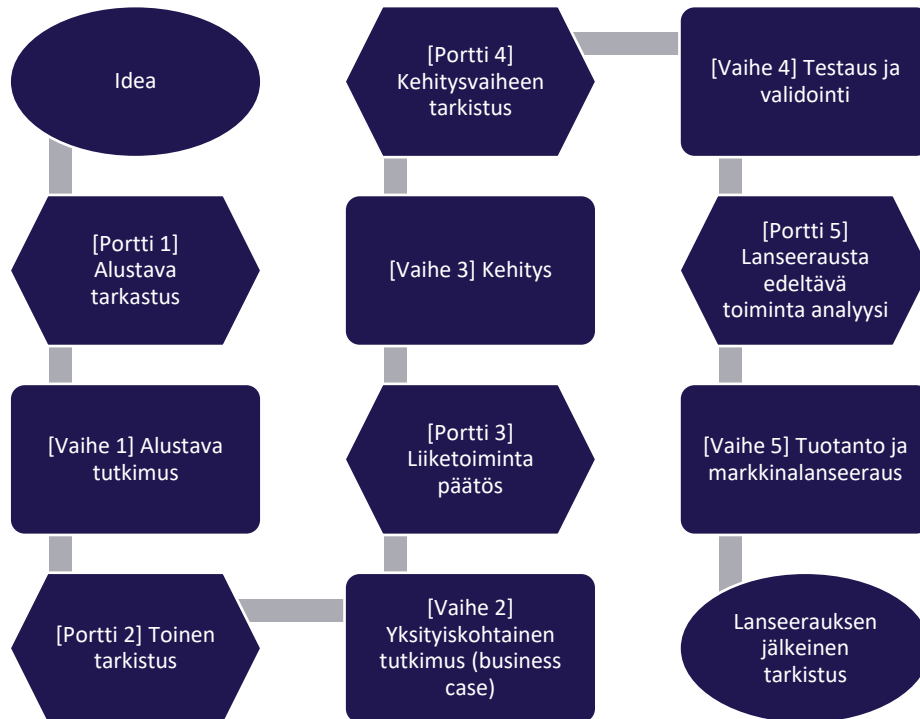
hyvyyteen. Kun saa apua ja vinkkejä muilta, tulee uusia näkökulmia, ja näin tuotteesta tulee parempi ja varmemmin toimiva. Tästä syystä tiimissä tekeminen auttaa suunnittelussa paljon.

Seuraavissa luvussa kerrotaan erilaisista lähestymistavoista tuotekehityksessä. Ensimmäinen on vaihe-portti-menetelmä ja toinen on systemaattinen tuotesuunnittelu. Näiden lukujen jälkeen on vertailu ja pohdinta, kumpi sopii tämän työn tekemiseen paremmin.

2.1.1 Stage-Gate Approach

Robert G. Cooper on esitellyt ns. vaihe-portti-menetelmän (Stage-Gate Approach) tuotekehitysprosessin systematisoimiseksi (Haverila ym., 2009, s. 272). Tässä lähestymistavassa tuotekehitysprosessi pilkotaan neljäksi tai vaikka kuudeksi eri vaiheeksi. Jokaisen vaiheen tarkoitus on kerätä tietoa, jotta projekti etenee seuraavaan vaiheeseen. Näissä vaiheissa useat eri osastot työskentelevät samanaikaisesti, esim. markkinointi, laskenta, tuotanto ja tuotekehitys. Kunkin vaiheen välissä on portti, jossa esitetään joukko ennalta laadittuja kysymyksiä. Kysymysten pohjalta mietitään yhdessä, eteneekö projekti portin läpi seuraavaan vaiheeseen. Jos kaikkiin tarkastuspisteen kysymyksiin saadaan myönteinen vastaus, päästään seuraavaan kohtaan. Jos näin ei ole, voidaan projekti keskeyttää tai palata edelliseen vaiheeseen.

Seuraavassa kuviossa 1 on havainnollistettu vaihe-portti-menetelmän perusidea. Toki vaiheita ja portteja voi olla enemmän, jos tuotekehitysprosessi sitä vaatii, mutta kuviossa käy ilmi perusvaiheet.



Kuvio 1. Cooperin tuotekehitysprosessin vaihe-portti-menetelmä (perustuen Haverila ym., 2009, s. 273).

Cooperin idean mukaan ideointivaihetta seuraa siis portti, joka koostuu joukosta ennalta laadittuja ja suhteellisen karkeita kriteerejä, jotka uuden tuoteidean on täytettävä, jotta prosessissa päästään etenemään (Haverila ym., 2009, s. 274). Kysymykset voivat olla esimerkiksi yrityksen liiketoiminta-aluetta rajaavat kriteerit.

2.1.2 Systemaattinen tuotesuunnittelu

Systemaattinen tuotesuunnittelu keskittyy eri vaiheiden ohjaamiseen ja hallitsemiseen (Haverila ym., 2009, s. 280). Tämä toteutustapa antaa tuotekehitykselle raamit, jonka sisällä tuotekehitysprosessi voidaan ohjata tehokkaasti oikeaan osa-alueeseen kerralla. Esimerkkinä tämänlaisesta mallista voidaan ottaa VDI:n julkaisuun "2222 Konzipieren technischer produkt" perustuva saksalainen järjestelmä. Tämä malli on tuotteen tekniseen suunnitteluun rajoittuva. Aluksi tarvitaan tuotekehityspäätös, jossa päätetään kehitettävä tuote ja ne vaatimukset, jotka sen pitäisi täyttää. Lopputulokseksi syntyy valmis ja dokumentoitu konstruktio tuotekehityksestä. Tämän mallin kolme pääkohtaa ovat luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely.

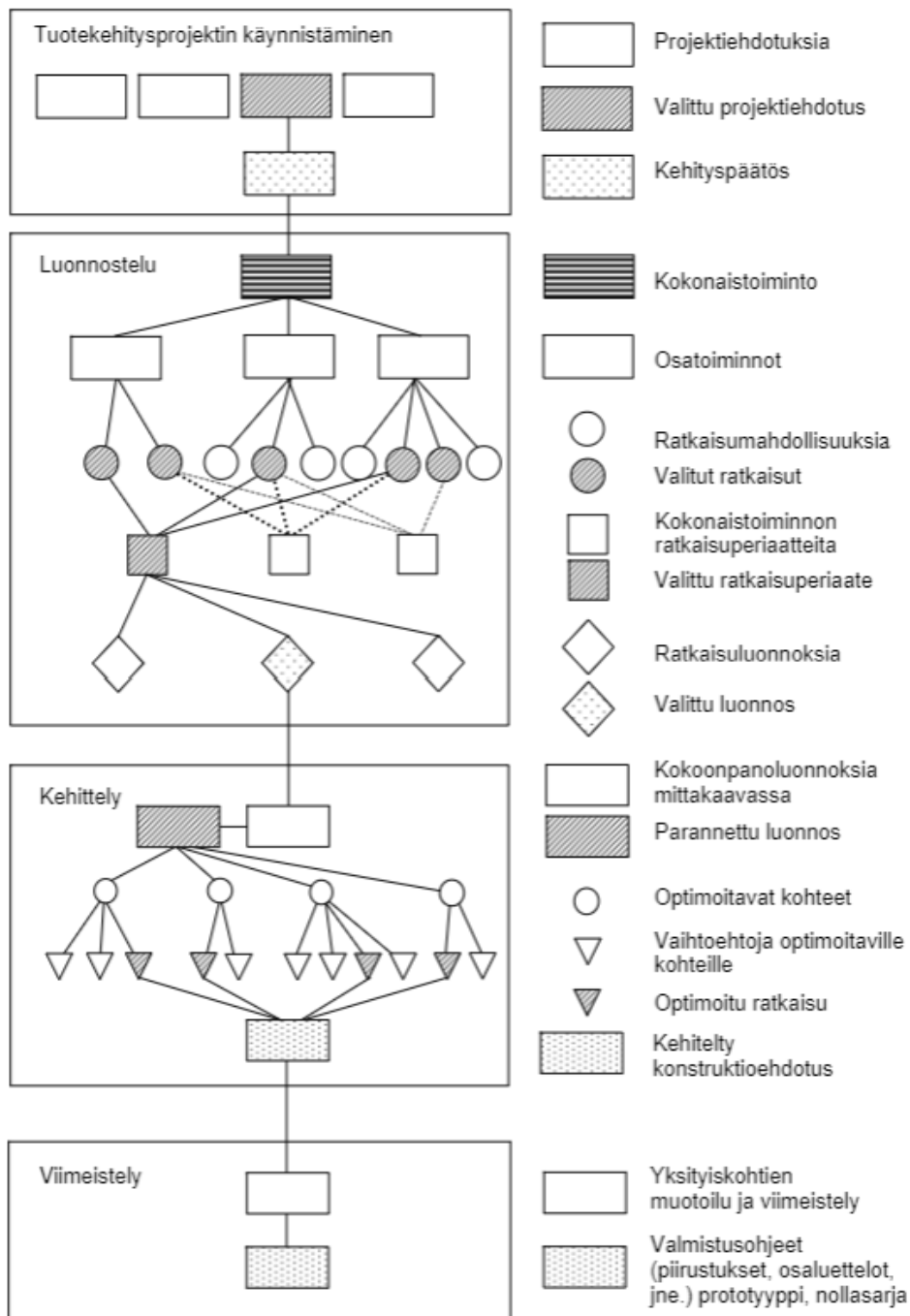
Luonnosteluvaihe aloitetaan tuotekehityksen analysoinnilla, johon kuuluu niiden vaatimusten ja tavoitteiden miettiminen, jotka tuotteen tulisi täyttää (Haverila ym., 2009, s. 280). Seuraavaksi määritetään kokonaistoiminto, joka tuotteelta vaaditaan. Tämän tehtävän yleistyksen avulla pyritään irti ennakkoasetelmista, joita hankkeeseen voi liittyä. Keskeisten ongelmien määrittäminen kuuluu myös tähän määrittelyyn. Seuraavaksi kokonaisuudet hajotetaan osatoimintoihin ja niille ruvetaan etsimään mahdollisia ratkaisuja ideointimenetelmiä käyttäen. Ratkaisuja arvioidaan niin teknisillä kuin taloudellisillakin perusteilla. Saavutettuja ratkaisuja yhdistämällä etsitään erityylisiä mahdollisuuksia, joiden avulla haluttu kokonaistoiminto saavutetaan parhaalla mahdollisella tavalla.

Kun on saatu aikaan erilaisia toteutusvaihtoehtoja, niitä arvioidaan vertaamalla alussa asetettuihin tavoitteisiin (Haverila ym., 2009, s. 280). Näistä vaihtoehtoista valitaan parhaat, ja ne jatkavat kehitystä ratkaisuluonnosasteelle. Kun on päästy luonnosasteelle, on tuotteen ominaisuudet, kustannukset ja tekniset ratkaisut jo todella pitkälle mietitty ja määritetty. Alla on avattu tarkemmin mitä erivaiheet pitävät sisällään. Kuviossa 2 asiaa esitetään vielä kuvion avulla.

Kehitysvaiheessa tuote saa lopullisen muotonsa (Haverila ym., 2009, s. 282). Kehitystyön alkuvaiheessa laaditaan kokoonpanoluonnos mahdollisimman tarkasti ja kuvaavassa mitta-kaavassa. Tämän luonnoksen avulla mietitään mahdollisia ongelmia ja arvioidaan toteuttamiskelpoisuutta. Mallia parannellaan miettimällä tuotteelle lisää teknisiä ominaisuuksia ja poistamalla huonoja ideoita ja sellaisia asioita, jotka eivät ole taloudellisesti kannattavia. CAD-ohjelmistot (Computer Aided Design) ovat tässä vaiheessa keskeisessä roolissa.

Arvoanalyysillä vertaillaan saavutettavien toimintojen ja niiden kustannuksien eroja eri ratkaisujen välillä (Haverila ym., 2009, s. 282). Paranneltu luonnos on lähtökohta tuotteen optimoinnille. Optimointivaiheessa pyritään optimoimaan tuotteen teknisiä ratkaisuja, mikäli se on taloudellisesti katsottuna kannattavaa. Tässä vaiheessa pyritään löytämään tuotteeseen optimaalinen geometria, parhaat raaka-aineet ja tuotteeseen sopivimmat komponentit. Vaihtoehtoja vertaillaan keskenään tietokoneohjelmien avulla ja pyritään valitsemaan parhaat. Kehittelyvaiheesta saadaan tulokseksi konstruktiovaihtoehto, jota on paranneltu huomattavasti.

Viimeistelyvaihe on työpiirustusten, osaluetteloiden, työohjeiden, varaosakirjojen ja huolto-ohjeiden tekoa (Haverila ym., 2009, s. 282). Tässä vaiheessa voidaan myös valmistaa tuotteen prototyyppi, jonka avulla testataan tuotteen ominaisuudet ja toimivuus.



Kuvio 2. Tuotekehitysprojektin toimintavaiheet (Jokinen, 2001, s.16.)

2.1.3 Vertailu

Nämä kaksi eri tapaa lähteä viemään tuotesuunnittelua eteenpäin ovat hieman erilaisia, mutta niissä on myös paljon samaa. Molemmissa mietitään ratkaisuja, ja ennen seuraavaan vaiheeseen pääsemistä pitää läpäistä jokin portti tai löytää ratkaisu ongelmaan, joka mahdollistaa suunnittelun jatkumisen. Tässä työssä noudatettiin enemmän jälkimmäistä näistä

tyyleistä eli systemaattista tuotesuunnittelua. Työssä edettiin osa kerrallaan ja pohdittiin monia ongelmia samanaikaisesti, ja kun näihin ongelmiin tuli vastaus tai ratkaisu, siirryttiin seuraavien kimppuun. Ensin siis piti saada perusidea kuntoon, jonka jälkeen aloitettiin yksityiskohtien viimeistely.

Vaihe-portti-menetelmä ei soveltunut työhön niin hyvin, koska se toimisi paremmin useamman ihmisen työskennellessä saman projektin parissa. Jokainen portti olisi ollut isompi kokonaisuus, jossa useampi taho ja asia olisi ratkennut. Koska tässä opinnäytetyössä suunnittelua tehtiin pääsääntöisesti yksin, oli helpompi liikkua systemaattisen tuotesuunnittelun raa-
mien sisällä ja etsiä tietoa aina senhetkiseen tarpeeseen. Lisäksi tämä työ eteni pieni pala kerrallaan, joten näitä portteja olisi tarvittu huomattavasti enemmän, joten oli helpompaa ajatella eri vaiheet luonnosteluksi, kehittämiseksi ja viimeistelyksi. Näiden vaiheiden sisälle oli taas helppo pilkkoa erilaisia asioita, joita selvitti ja jotka olivat avainasemassa suunnittelun edistymisen kannalta.

2.2 Ergonomia

Maailmassa, jossa elämme, olemme jatkuvasti tekemisissä teknisten laitteiden ja rakennetun ympäristön kanssa (Suomen Ergonomiayhdistys, 2019). Arjessa hyvä ja huono ergonomia ilmenevät monella eri tavalla. Hyvällä ergonomialla voidaan sujuvoittaa tekemistä ja toimintaa huomattavasti. Usein silti törmäämme huonoihin suunnitteluratkaisuihin, jotka vaikeuttavat sujuvaa toimintaa.

Ergonomia auttaa ymmärtämään ihmistä eri ympäristöissä (Suomen Ergonomiayhdistys, 2019). Hyvä ergonomia on tarpeen työssä kuin sen ulkopuolellakin. Ergonomiaa pystytään edistämään esimerkiksi muuttamalla työmenetelmiä tai hankkimalla parempia ja työhön sopivampia työvälineitä. Tärkeässä osassa ovat myös toimintajärjestelmät ja -ympäristö. Työympäristön täytyy olla sellainen, että siellä pystyy toimimaan useampi ihminen kykyjen ja rajoituksiensa mukaan. Hyvällä ergonomialla mahdollistetaan tuottava ja turvallinen työ, mutta myös tuetaan ja kehitetään ihmisten terveyttä.

Ergonomiaa on perinteisesti tarkasteltu kolmen eri osa-alueen avulla (Suomen Ergonomiayhdistys, 2019). **Fyysinen ergonomia** keskittyy sopeuttamaan toiminnan ihmisen fysiologisten ja anatomisten ominaisuuksien mukaiseksi. Fyysiseen ergonomiaan vaikutetaan työympäristön, työpisteiden, työvälineiden ja työmenetelmien suunnittelussa. **Kognitiivinen ergonomia**

taas mukauttaa järjestelmiä ja käyttöliittymiä vastaamaan ihmisen tiedonkäsittelyn ominaispiirteitä. Tähän myös vaikutetaan järjestelmien ja käyttöliittymien suunnittelussa, esimerkiksi näytöt ja ohjaimet. **Organisatorinen ergonomia** pyrkii sovittamaan teknisen ja sosiaalisen järjestelmän yhteen. Organisatorinen ergonomia ilmenee henkilöstön, työprosessien, työkonaisuuksien ja työaikajärjestelyjen suunnittelussa.

Kuten voi huomata, ergonomialla on suuri merkitys suunnittelussa ja myös toisinpäin, koska suunnittelulla pyritään parantamaan ergonomiaa. Jos jotain työtä on mahdollista helpottaa laitteella tai työmenetelmiä muuttamalla, se tekee työstä paljon mielekkäämpää. Siihen pyritään myös tämän opinnäytetyön suunnittelulla.

Työn fyysiseen kuormittavuuteen voidaan vaikuttaa tilojen ja työprosessien hyvällä suunnittelulla ja käytössä olevien kalusteiden ja työvälineiden ergonomiasta sekä tarkoituksenmukaisuudesta huolehtimalla (Työturvallisuuskeskus. i.a.). Kuormitusta voidaan vähentää erilaisilla työpisteen säädöillä ja muuttamalla työtapoja. Kaikkien työvälineiden tulisi olla säädettävissä erikokoisten työntekijöiden tarpeiden mukaan. Kun yhdistetään eri työtehtäviä toisiin, on tärkeää suunnitella työjärjestys ja työtila siten, että eri toiminnot ovat lähellä ja tavaroita joutuu kuljettamaan mahdollisimman vähän.

Työasennoissa tulisi välttää nivelten ääriasentoja ja toispuolista tai yksipuolista kuormitusta (Työturvallisuuskeskus. i.a.). Pitkäkestoisena samanlainen työasento saattaa aiheuttaa staatista, pysyvää lihasjännitystä ja sen seurauksena oireita ja kipuja. Haitallisia työasentoja ja työliikkeitä ei voida kaikkia poistaa, mutta niiden toistoja ja ajallista kestoa tulisi vähentää liikuntaelimistön ylikuormittumisen välttämiseksi.

Tässä työssä käytetyn Jucat Oy:n kappaleenkäsittelylaitteen etuina ovat portaaton korkeuden säätö ja kappaleen pyöritysmahdollisuus. Näiden ansiosta ergonomia paranee ja voidaan jokaiselle työntekijälle etsiä sopiva työskentelykorkeus ja -asento. Kappaleenkäsittelylaite on myös mahdollista ohjelmoida niin, että tietyt liikkeet voidaan ajaa automaattisesti aina samaan kohtaan. Tämän ansiosta saadaan ergonomiaa parannettua ja helpotettua töiden tekemistä. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on helpottaa ja nopeuttaa moottorikelkkojen huoltoa. Kiinnittimellä saavutetaan myös se etu, että moottorikelkka on kiinni laitteessa, joten vääntäminen ja kaikki muu irrotus tapahtuu helpommin, koska kelkka ei liiku mukana. Ilman tällaista kiinnitintä huollot yms. tehtäisiin lattialla tai pukeilla, joka ei mahdollista hyvää ergonomiaa. Opinnäytetyössä suunniteltu kiinnitin helpottaisi erityisesti sellaisten yritysten toimintaa, jotka

tekevät huoltoja koko ajan. Yksityishenkilöille, jotka tekevät huoltoja ja korjauksia satunnaisesti, hyöty ei ole niin suuri.

2.3 Moottorikelkan rakenne ja huoltokohteet

Tässä luvussa kerrotaan moottorikelkkojen rakenteesta ja huoltokohteista niiltä osin kuin ne kuuluvat tämän tuotteen suunnitteluun. Luvun tarkoitus on lisätä tietoa, miksi tällaista kiinnittintä halutaan käyttää ja mitä etuja tällä saavutetaan. Ergonomia-luvussa (2.2) taas haluttiin tuoda esiin sitä, kuinka paljon tällaisesta laitteesta on hyötyä työolojen parantamisessa.

2.3.1 Rakenne

Ajoneuvolain mukainen määritelmä moottorikelkalle on seuraava: Moottorireki on jalaksin tai teloin varustettu maastoajoneuvo (Ajoneuvolaki 82/2021, 2 luku 24 §). Moottorikelkka on telavetoinen moottorireki, jossa on kuljettajan lisäksi tilaa enintään kahdelle henkilölle ja jonka omamassa on enintään 500 kilogrammaa. Raskas moottorikelkka on telavetoinen moottorireki, jossa on kuljettajan lisäksi tilaa enintään neljälle henkilölle ja jonka omamassa on yli 500 kilogrammaa ja enintään 800 kilogrammaa.

Käyttötarve kertoo, millainen moottorikelkka sopii mihinkin tehtävään (Naumanen Motors, i.a.). Markkinoilla on tarjolla useita erilaisia moottorikelkkoja riippuen käyttötarkoituksesta ja käyttäjästä. Osa moottorikelkoista on kevyitä umpihankikelkkoja, osa taas on reen vetoon tai retkeilyyn tehtyjä. Isoimmat kelkat ovat tehty hiihtolatuksen tekemiseen. Nykyaikaiset moottorikelkkojen moottorit ovat pääsääntöisesti sähköisellä polttoaineensyötöllä varustettuja kaksi tai nelitahtisia nestejäähdytteisiä polttomoottoreita, joiden iskutilavuus on 500–1500 cm³. Moottorikelkkojen teknologia on kehittynyt viime vuosina paljon, ja niiden kulutus ja päästöt ovat pienentyneet huomattavasti.

Moottorikelkat jaetaan käyttötarkoituksen mukaan eri luokkiin (Naumanen Motors, i.a.). Urheilukelkoissa tärkeintä on ajo-ominaisuudet ja suorituskyky. Crossover-kelkat ovat monikäyttöisiä moottorikelkkoja. Ne sopivat matka-ajoon kuin myös retkiajoon. Syvänlumen kelkat ovat parhaimmillaan reittien ulkopuolella runsaslumisilla alueilla. Touring-mallit sopivat hyvin perhekelkoiksi, koska niiden takaosaan on mahdollista kiinnittää monipuolisesti tavaraa ja niillä voi ajaa myös yksin. Touring-kelkan perään voidaan myös niin haluttaessa kytkeä reki

tai ahkio. Moottorikelkan valinnassa kannattaa ottaa huomioon käyttökohde, missä kelkalla ajetaan ja paljonko. Työkelkat sopivat vaikka metsätöihin, kun taas crossover-kelkat pitkille matkoille, joilla maasto vaihtelee paljon.

Moottorikelkan perusrakenne on varsin samanlainen riippumatta mallista. Niissä on edessä suksut ja takana telasto. Moottori on kuljettajan etupuolella katteiden alle vuorattuna. Huoltaminen ei ole kovin yksinkertaista, koska lähes kaikki huoltokohteet ovat katteiden alla piilossa ja eri puolella moottorikelkkaa. Kelkkojen huolto vaatiikin erityisosaamista tai vahvaa tietotaitoa. Kelkassa on sen kokoon nähden paljon kuluvia, hajoavia ja sellaisia osia, jotka vaativat kiristystä ja tarkistusta lähes joka kerta ajoon lähdettäessä. Telasto kaikkine osineen on todella iso kokonaisuus, joka vaatii huoltoa ja rasvausta toimiakseen.

2.3.2 Moottorikelkan huoltokohteet

Moottorikelkkojen osat kuluvat niin ajan kuin lämmönvaihtelunkin myötä (Naumanen Motors, i.a.). Kuluminen on voimakasta erityisesti variaattorihihnassa, liukumuoveissa ja telamatossa, ja viallisina nämä aiheuttavat vakaviakin tilanteita. Kulunut telamatto esimerkiksi vaikeuttaa jarruttamista tai voi jopa katketa. Toisaalta sen liiallinen kireys tai löysyys voi rasittaa moottorikelkkaa tarpeettomasti.

Moottorin ja ketjukotelon öljyjen vaihto ovat myös todella tärkeitä työvaiheita kelkan kestävyyskannalta (Naumanen Motors, i.a.). Myös etenkin telaston pultit kannattaa käydä säännöllisesti läpi. Säilytyksellä ja suojauksella on myös tärkeä rooli kelkan toiminnan kannalta. Lisäksi kelkan peseminen pesuaineella ja kaikkien alustassa olevien pyöriä osien huolellinen voitelu kerran vuodessa on tärkeää. Jos on epävarma huolloista, kannattaa apua kysyä ammattilaiselta. Varmin tapa on jättää huollot valtuutetulle huoltamolle tehtäväksi.

Vanhemmissa moottorikelkoissa voi huoltoja suorittaa itse, jos on vähänkin mekaanikon taitoja (Naumanen Motors, i.a.). Tällöinkin suositellaan käyttämään alkuperäisiä varaosia, koska niiden kestävyys ja soveltuvuus ovat parempia verrattuna tarvikkeisiin. Öljyissä on myös eroja soveltuvuuksissa, joten kannattaa varmistaa, että käyttää oikeaa öljyä oikeassa laitteessa.

Samaan tapaan kuin autoissa, myös moottorikelkoissa on useita huoltoa vaativia kohteita. Näistä kohteista jotkin ovat jatkuvaa huomiota vaativia ja jotkin taas toimivat hyvin

pidemmälläkin huoltovälillä. Huoltoväli riippuu paljon myös siitä, paljonko kelkalla ajaa ja min-
kälaisessa maastossa. Osa huolloista ja tarkistuksista tehdään jopa ennen ajoon lähtöä.

Moottorikelkan käyttöä edeltävät tarkastukset (Lynx Rave RS, 2022, s. 70). Kelkan ohjekir-
jassa on kerrottu tarkasti, mitä tarkastuksia on tehtävä joka kerta ennen ajoon lähtöä. Näillä
toimilla varmistetaan kelkan ja sen osien moitteeton kunto. Jos vika havaitaan, voidaan se
korjata, ennen kuin se haittaa ajoa, ja näin voidaan välttyä onnettomuuksilta ja toimintahäi-
riöiltä.

Taulukko 3. Käyttöä edeltävä tarkastuslista (perustuen Lynx Rave RS, 2022, s. 71–72).

Kohde	Toimenpide
Runko, istuin, astinlaudat, valot, ilman- suodatin, hallintalaitteet ja mittarit	Tarkista kunto ja poista lumi ja jää
Sukset ja ohjaus	Tarkista esteetön liikkuvuus ja oikea toi- minta
Suksien ohjainraudat	Tarkista asianmukainen toiminta
Polttoaine	Tarkista määrät ja tarkista, onko vuotoja
Tuorevoiteluöljy (jos varusteena)	Tarkista määrät ja tarkista, onko vuotoja
Jäähdytysneste	Tarkista määrät ja tarkista, onko vuotoja
Variaattorihihna	Tarkista halkeamien, rispaantumisen tai epänormaalin kulumisen varalta, ja tarkasta oikea korkeus
Kaasuvipu	Tarkista asianmukainen toiminta
Jarruvipu	Tarkista asianmukainen toiminta
Seisontajarru, jarrut	Tarkista asianmukainen toiminta
Jarruneste	Tarkista määrät ja tarkista, onko vuotoja
Tavaratila	Tarkista kiinnitykset ja tarkista, ettei sisällä ole raskaita tai särkyviä esineitä
Tela	Tarkista kunto ja poista lumi ja jää
Luikumuovit	Tarkista asianmukainen toiminta
Moottorin hätäkatkaisin ja moottorin pysäy- tyskatkaisin	Tarkista asianmukainen toiminta. Turvakat- kaisimen naru pitää kiinnittää kuljettajan ajo- varusteisiin
Valot	Tarkista asianmukainen toiminta
Äänimerkkipainike	Tarkista asianmukainen toiminta

Taulukon 3 mukaan toimimalla on moni tärkeä huoltokohde katsottu aina ennen lähtöä, ja
näin korjauksiin osataan varautua hyvissä ajoin. Jos taas ei noudata tarkastusohjetta, voi
jääda reitin varteen rikkinäisen moottorikelkan kanssa. Edellä olevien asioiden lisäksi on seu-
raavaksi listattu asioita, jotka ovat ensisijaisia huoltokohteita ja edelleen toissijaisia. Ensisi-
jaiseksi huoltokohteeksi on listattu asioita, joita tehdään useasti ja melkein joka huollossa.
Toissijaiset ovat taas sellaisia, joita täytyy tehdä huolloissa, mutta harvemmin.

Taulukko 4. Ensisijaiset huoltokohteet. (V. Rintala, henkilökohtainen tiedonanto, 17.10.2022)

Iskunvaimentajat	Puhdistus ja huolto
Ketjukotelon öljy	Vaihto
Telaston rasvaus	Nipat, laakerit yms.
Jarrupalojen vaihto	Jos kuluneet
Ohjausrautojen vaihto	Jos kuluneet
Tulpat	Jos huonot
Jarruneste	Jos likaista
Pulttien momentit	Varmistus kiristys
Variaattorin remmin vaihto	Jos vioittunut
Telamaton kiristys	Jos löystynyt
Ketjun kiristys	Jos löystynyt

Taulukon 4 työt ovat pienempiä ja sellaisia, jotka pystytään suorittamaan maassa moottorikelkkaa kääntelemällä melko pienellä vaivalla. Osa näistäkin töistä ovat sellaisia, että ne on helpompi tehdä ison huollon yhteydessä.

Taulukko 5. Toissijaiset huoltokohteet. (V. Rintala, henkilökohtainen tiedonanto, 17.10.2022)

Tukivarsien vaihto	Jos on vääntynyt tai puslat huonot
Telamatto	Jos on kulunut
Vetoakselin vaihto	Jos on vioittunut
Telaston huolto (laakerit, puslat, koiranluut, yms.)	Jos ovat huonot
Telapyörän vaihto	Jos on laakeri hajonnut
Moottoriremontti	Jos moottori on vaurioitunut
Ketjun/rattaiden vaihto	Jos kuluneet
Variaattorin huolto (rullat ja jouset)	Jos ovat vioittuneet

Taulukon 5 työt ovat jo huomattavasti suurempia, ja niiden tekeminen vie aikaa ja vaatii paljon vaivaa. Tämän kaltaiset työt ovat vaikeita tehdä ja moottorikelkkaa lattialla käännellen melko vaivallisia.

Kiinnitin, jota tässä työssä suunnitellaan, on tarkoitettu pääsääntöisesti jälkimmäisille huoltokohteille. Idea kuitenkin on, että isompiakin toimenpiteitä tehtäessä olisi mahdollista tehdä myös yleisesti tehtäviä tarkastuksia ja huoltoja. Yleisemmätkin huollot olisi mukavampi tehdä kiinnittimessä paremman työasennon saavuttamiseksi. Paremmista työasunnoista puhuttiin edellisessä luvussa tarkemmin, mutta todettakoon tässä yhteydessä, että moottorikelkat ovat matalia, joten työasennot ovat yleensä huonoja. Huoltokohteita on ympäri moottorikelkkaa, joten huoltaminen vaatii sen ympärillä pyörimistä ja kelkan kääntelyä, joka ei ole ergonomian kannalta ihanteellista.

3 SUUNNITTELU JA MALLINNUS

3.1 Lähtötietojen hankinta

Suunnittelu alkoi siitä, että kerättiin tietoa työtä varten. Aivan ensimmäiseksi tarvittiin perustietoa moottorikelkoista, ja sitä löytyi verkkolähteistä hyvin. Tämän lisäksi Jucat Oy:n toimitusjohtaja toi oman moottorikelkkansa yrityksen halliin, jotta siitä sai ottaa mittoja ja katsoa mahdollisia kiinnityskohtia. Kelkka oli BRP Lynx Rave RE600 E-Tec. Tämä kelkka oli hieman muunneltu kilpailamista varten, mutta se ei vaikuttanut mittoihin merkittävästi. Suurimmat muutokset olivat erilainen puskuri, vahvikkeet kestävyuden parantamiseksi ja pitoa lisäävät kumimatot. Merkittäviä mittoja, joita aluksi tarvittiin, olivat äärimitat: Pituus, korkeus ja leveys. Pyörityslaitteen koon valitsemiseen tarvittiin myös paino. Painopisteen paikka täytyi myös määrittää, ja se oli vetoakselin kohdalta.

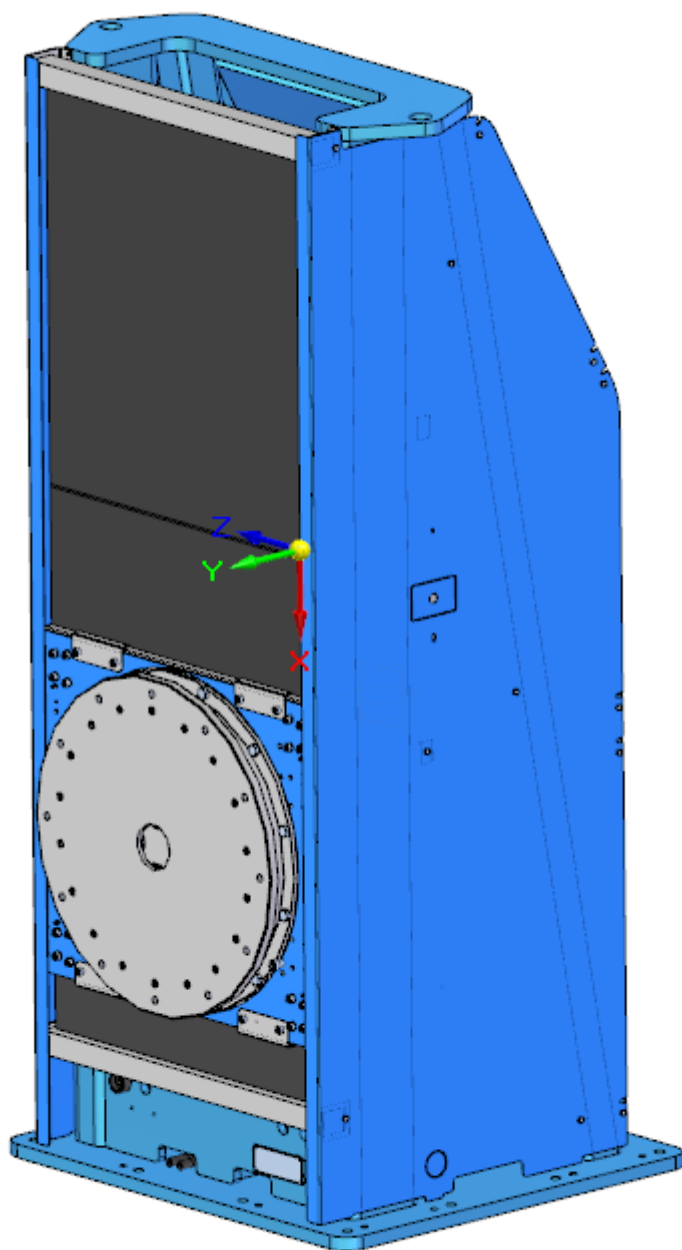
Työn kannalta kelkan painoksi päätettiin 350 kg, joka oli noin 50 kg todellista painoa enemmän. Tällä tavoiteltiin riittävää varmuutta suunnitteluun. Kelkan äärimitat taas vaihtelevat hieman mallien mukaan, mutta suunnittelussa käytettäväksi pituudeksi valikoitui 3050 mm. Tätäkin pidempiä kelkkoja toki löytyy, mutta tuolla mitalla oli hyvä lähteä suunnittelemaan kiinnittintä. Mahdollisuuksien mukaan kiinnitin suunnitellaan niin, että pituus ei ole ongelma. Leveys tässä kelkassa oli 1300 mm. Korkeus oli myös lähellä 1300 mm, koska tässä kelkassa oli korkea visiiri. Visiirin ja muiden katteiden purku on myös mahdollista, mutta se hidastaisi kiinnittimen käyttöä, joten tätä pyritään välttämään.

Tarvittiin myös tietoa kiinnittimen pääasiallisesta käyttötarpeesta. Selvisi, että eniten kiinnitin helpottaisi telaston kanssa tehtäviä toimia sekä vuosi- ja perushuoltoja. Kiinnittimen ei tarvitse pyörähtää ympäri asti, mutta koska se on mahdollista, niin ominaisuus sisällytetään rakenteeseen. Useimmiten kelkka täytyisi saada kylkiasentoon, koska siinä asennossa saa tehtyä jo suurimman osan halutuista toimenpiteistä. Kelkan neljä kohtaa, josta voi ottaa kiinni, ovat: Etu- ja takapuskuri, jalusta ja ohjausakselin T-pala. Nämä paikat ovat sellaisia, joista kelkkaa voi käänellä ja tukea.

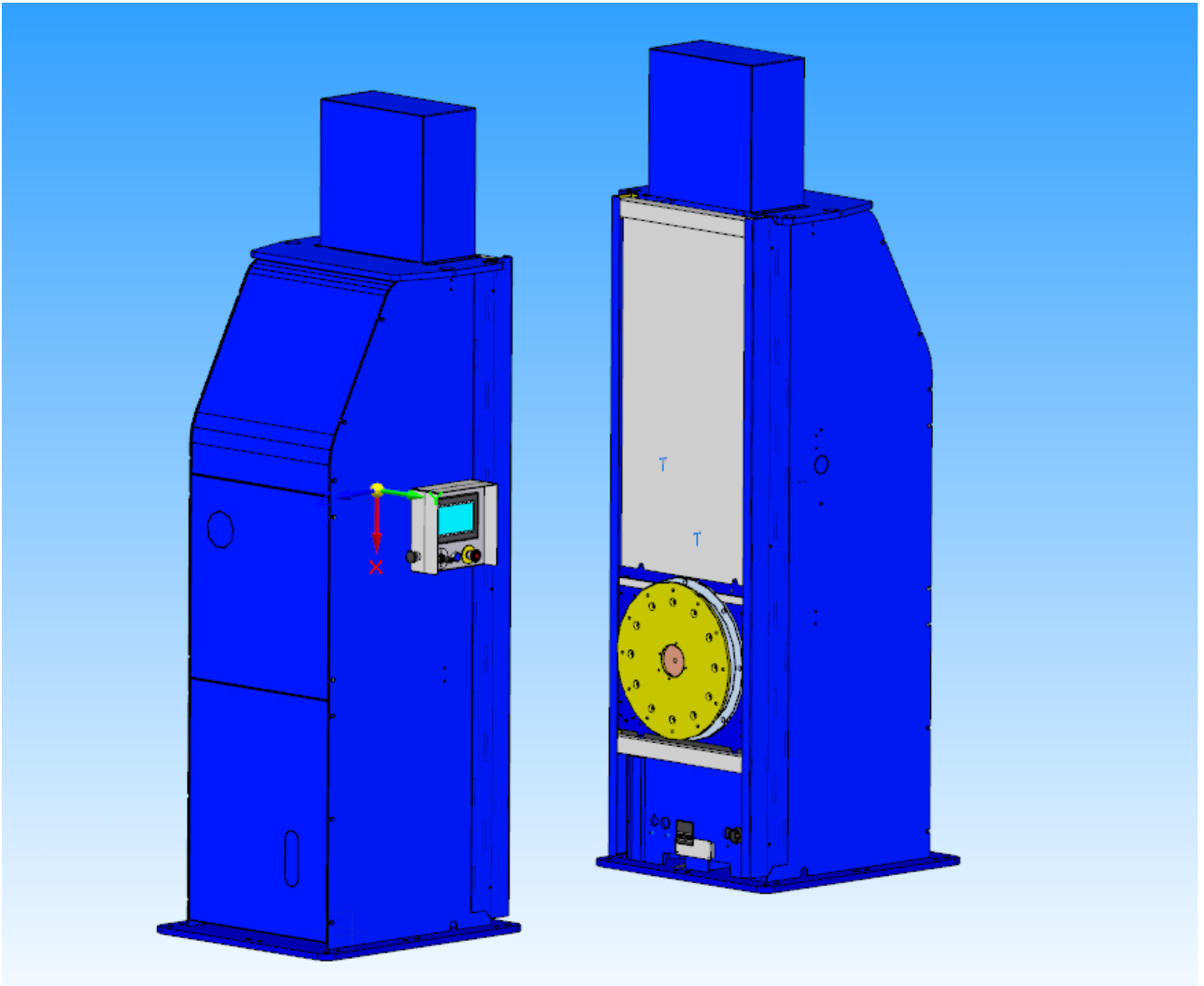
3.2 Kappaleenkäsittelylaite

Kappaleenkäsittelylaitteeksi tulee jokin yrityksen valmistamista koneista. Näitä koneita on muutamaa eri tyyppiä ja kokoa. Aluksi selvitettiin, minkä kokoluokan kone tarvitaan 350 kg:n kappaleelle. Yrityksen vakiolaitteista kaikki pystyvät nostamaan kyseisen massan, mutta ongelmaksi muodostuu tilitymomentti ja sitä kautta oikean konetyypin valinta.

Konetyyppejä on kolmea erilaista: JCK, JCP ja JCL. JCK- laitteella tarkoitetaan yksitoipista kappaleenkäsittelylaitetta (kuva 1). Toinen vaihtoehto oli JCP-laite, joka on yksiakselinen kappaleenkäsittelylaite (kuva 2). Kolmas vaihtoehto oli JCL-laite, joka on kaksiakselinen kappaleenkäsittelylaite, mutta koska ei ole tarvetta kahdelle pyörivälle akselille tämän saati sulkea pois vaihtoehtoista.



Kuva 1. JCK 1500 -kappaleenkäsittelylaite



Kuva 2. JCP 1500 -kappaleenkäsittelylaite

Päätös täytyi siis tehdä JCP- ja JCK-laitteiden välillä. JCP-laitteessa tilitymomentti ei ole merkityksellinen, koska rakenne on itsetukeva eli toinen tolppa tukee toisensa. Samalla olisi mahdollista valita pienimmän kokoluokan kone, eli 1500 kg:n nostokyvyllä oleva. Tämä riittäisi mainiosti nostokyvyn puolesta, ja samalla koneet olisivat hieman sirompia. Ongelmana tässä mallissa on se, että tarvitaan kaksi tolppaa, jotka taas vievät paljon tilaa. Kaksitolppainen rakenne on myös hankala siitä syystä, että esimerkiksi huoltohallista täytyy varata varsin iso tila laitteen käyttöön, ja tätä tilaa on myös hankala ottaa muuhun hyötykäyttöön tarvittaessa. Toinen ongelma on se, että kelkka jouduttaisiin tuomaan tolppien väliin sivuttain.

JCK-laitteella on mahdollista valita myös 1500 kg nostokyvyllä oleva malli, mutta tämän laitteen kanssa joudutaan tarkastelemaan tilitymomenttia. Tilitymomenttia kohdistuisi laitteen etulautaseen, koska moottorikelkka on sen kannattelemassa tämän mallin laitteessa. Laitteelle luvataan tilitymomenttia 7500 Nm. Tämä momentti toimii raja-arvona määriteltäessä laitteen

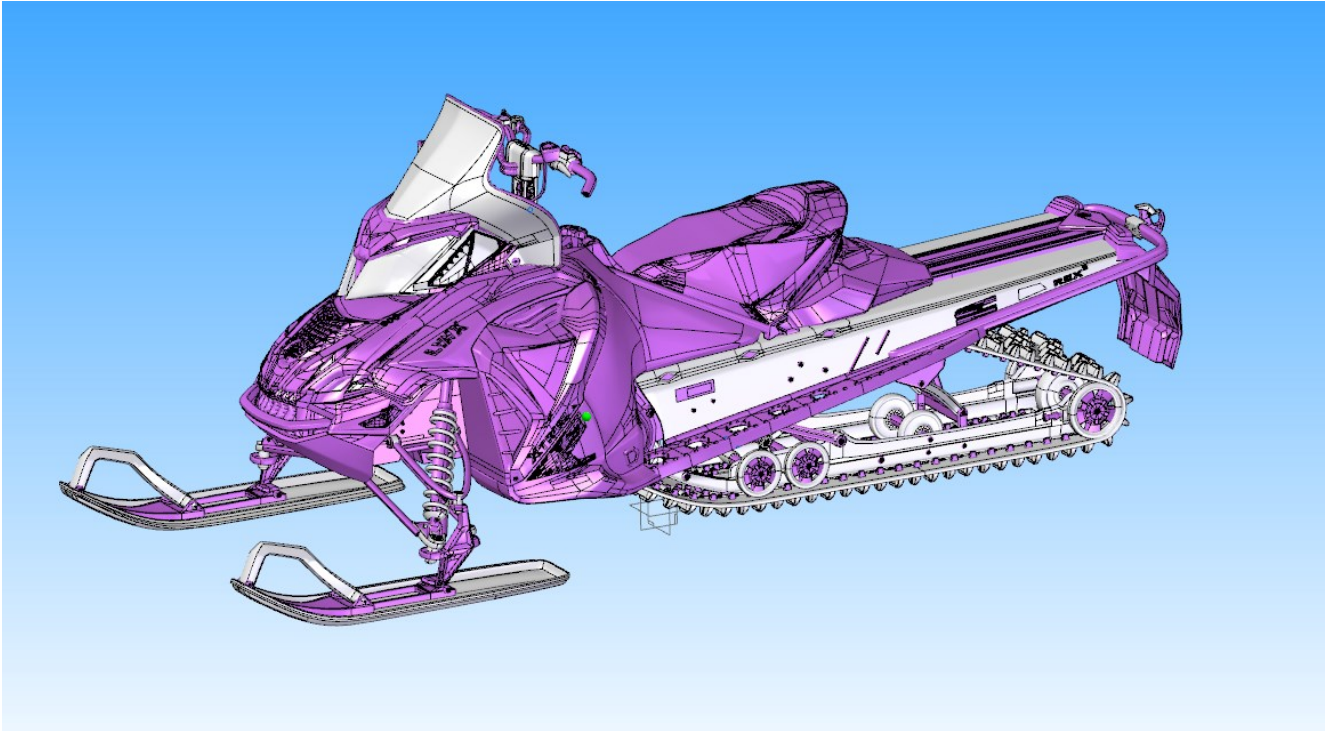
soveltuvuutta kyseiseen käyttötarkoitukseen. Isomman kokoluokan koneesta ei ole apua, koska tilttimomentti on siinä sama, mutta muilla muutoksilla sitä on mahdollista lisätä. Esimerkiksi jos lisätään toiset neljä kappaletta lineaarikelkkoja, saadaan tilttimomentti nostettua 12 000 Nm. Moottorikelkan paino on 350 kg, ja jos kiinnittimelle lasketaan painoksi 450 kg, saadaan rasittavaksi voimaksi 7848 N. Jos oletetaan painopisteen olevan yhden metrin päässä lautasesta, tuo tilttimomentti riittää todella hyvin, vaikka painoa tulisi lisää tai painopiste olisi kauempana lautasesta. Rakenteellisesti ratkaisu on myös parempi, koska kone voi olla seinää vasten ja se vie huomattavasti vähemmän tilaa hallista. Kelkan tuonti kiinnittimelle myös helpottuu, koska sen voi tuoda mistä suunnasta vain. Tämä kone on hieman leveämpi ja muutenkin vähän kookkaampi kuin JCP 1500, mutta siltikään leveys ei tule yli kelkan äärimitoista, joten luultavasti tämä ei tulisi olemaan ongelma. Lisäksi kustannukset ovat yhtä suuret, joten siltäkään ei saada merkittäviä eroja aikaan.

Työssä päädyttiin käyttämään JCK 1500 -laitetta, johon asennetaan lisälineaarikelkat. Painavin syy valinnalle oli laitteen koko ja se, että ns. grillirakenteella ei olisi saanut mitään merkittävää hyötyä aikaan. Kaikki halutut huoltotoimet onnistuvat JCK-laitteessa, kun vain kiinnittimen suunnittelussa otetaan huomioon, ettei varresta tule liian iso.

3.3 Moottorikelkka

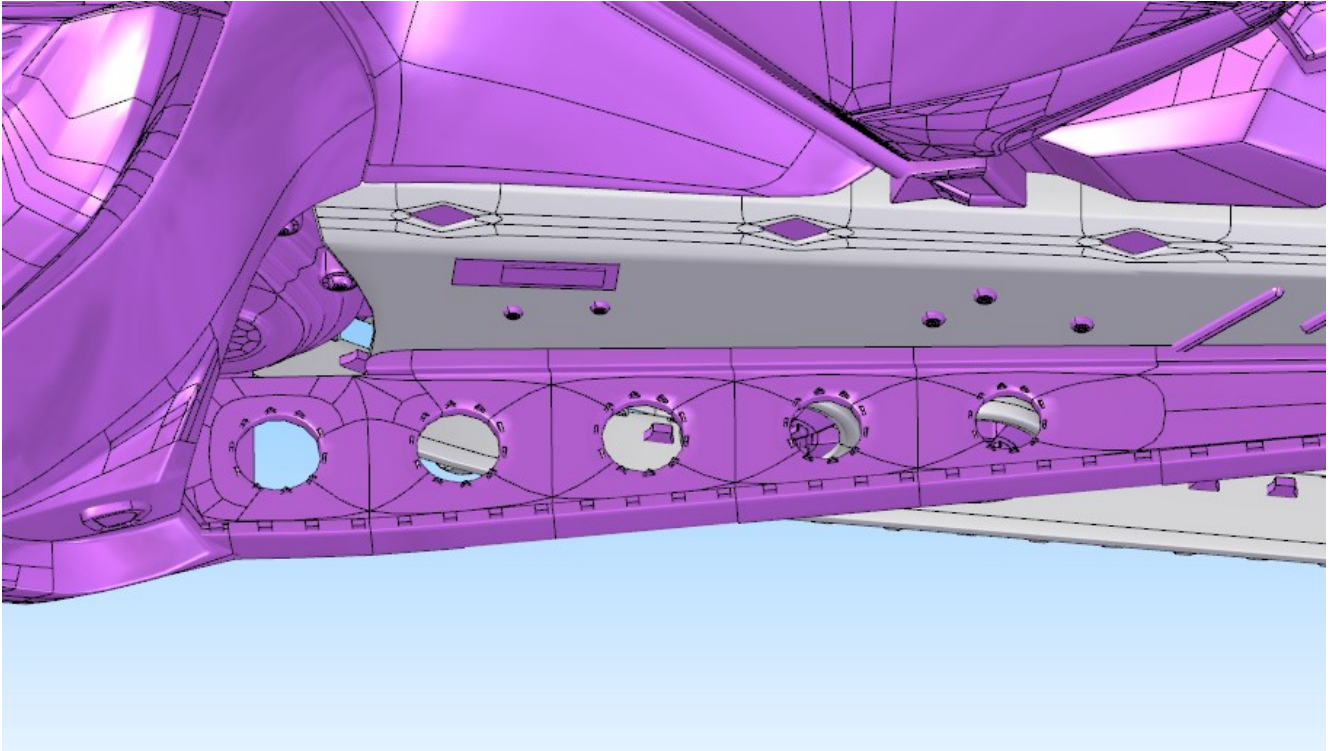
Mallina olevasta kelkasta ei löytynyt valmista CAD-mallia, joten aluksi jouduttiin turvautumaan omatekoiseen, karkeat äärimitat omaavaan malliin. Internetistä löytyi myös todella huonosti kelkkojen malleja, mutta lopuksi löytyi sopiva malli, joka kävi tähän työhön. Hyväksi sivuksi osoittautui Hum3D.com. Sieltä löytyi 2015 vuosimallin BRP Lynx Xtrim SC 900 ACE-malli, joka sopi tähän käyttöön hyvin oikeanlaisen runkorakenteen ansiosta (kuva 3).

CAD-mallin kelkassa oli oikeanlainen runko ja mahdolliset kiinnityskohdat, ja nämä asiat helpottivat työn toteutusta. Ilman tätä mallia olisi ollut todella vaikea saada kiinnityskohdat sopimaan varmasti oikeille kohdilleen, tai edes lähelle niitä.



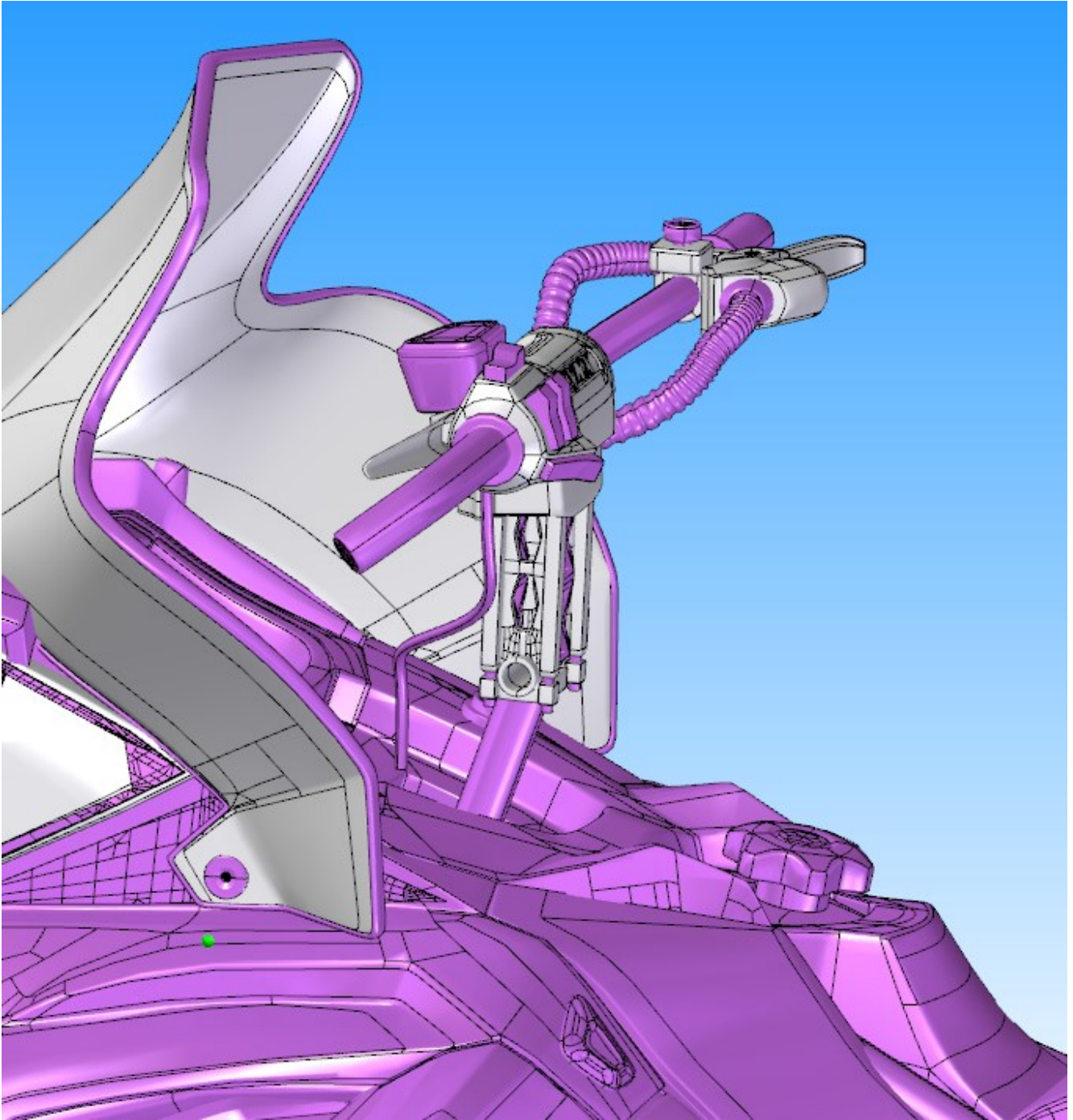
Kuva 3. BRP Lynx Xtrim SC 900 ACE 2015 3D -malli

Kun vertasi halliin tuotua kelkkaa ja CAD-mallia, huomasit niiden olevan tarpeeksi samanlaisia keskenään. Suunnitellut kiinnityskohdat olivat myös sellaiset kuin pitikin, joten niistä pystyi aloittamaan kiinnittimen suunnittelun. Kelkan pääkiinnitys tapahtuisi astinlaudoista, joka on kaikissa kelkoissa lähes samantapainen paikka, toki erilaisia rei'ityksiä on, mutta ne saadaan onnistumaan useilla säädettävillä osilla (kuva 4). Pääkiinnitys olisi siis hyvin lähellä painopistettä eli vetoakselia, joka sijaitsee astinlaudan etuosassa.



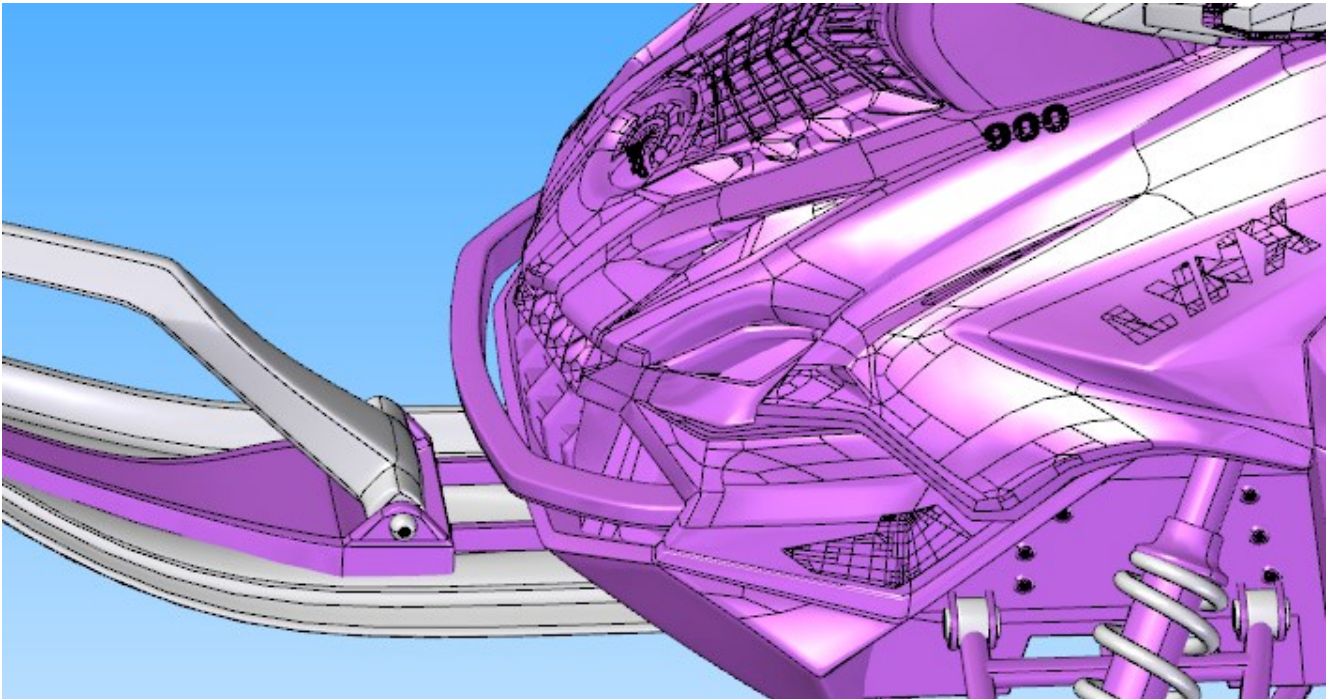
Kuva 4. Moottorikelkan astinlauta, johon tulee pääkiinnitys

Moottorikelkka tarvitsee vielä tukikiinnityksen, jolla varmistetaan kelkan tukeva pysyminen kiinnittimessä. Kelkan ohjausakseli nousee tankin etupuolelta kohti kuljettajaa ja sarvet kiinnitetään siihen. Ohjausakselissa on poikittain pyöreä tanko, joka on myös yleisesti ottaen kelkoissa samantyylinen ja samassa korkeudessa (kuva 5). Tämä osa mahdollistaa tukikiinnityksen, joka on sopivasti painopisteen etupuolella.

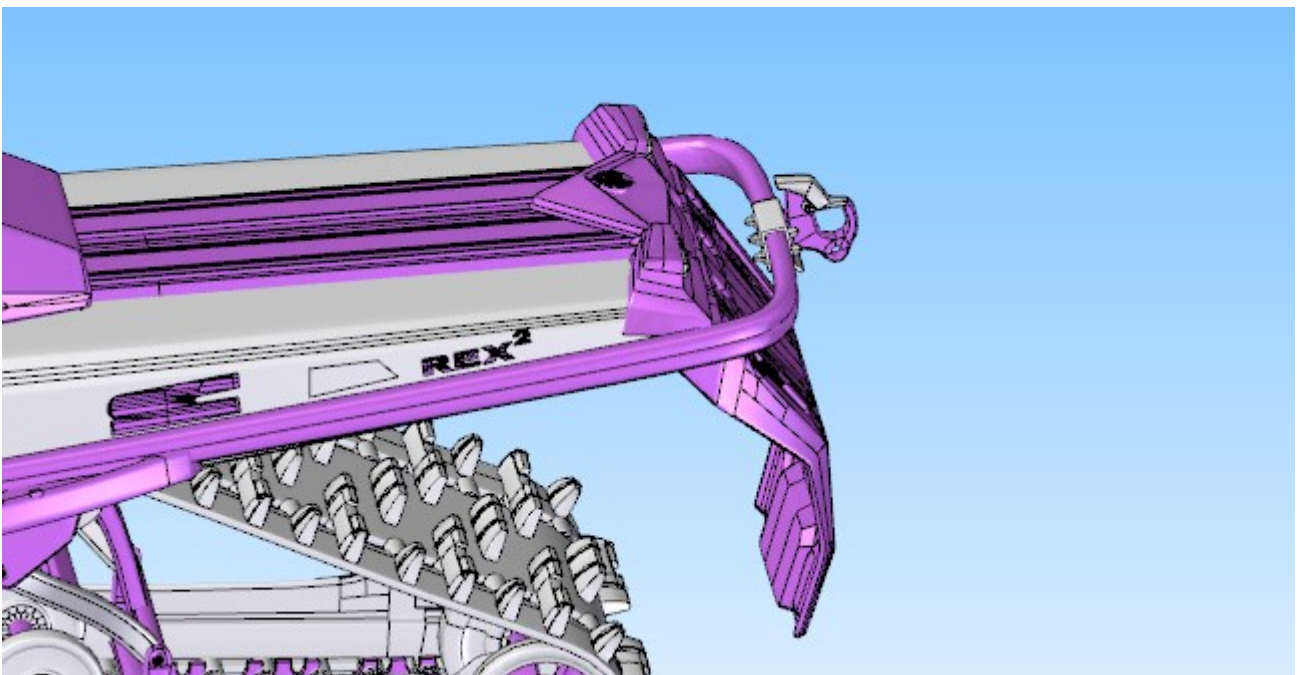


Kuva 5. Tukikiinnityksen kiinnityskohta

Kelkassa on myös etu- ja takapuskuri, joita voisi hyödyntää näihin tarkoituksiin, mutta tässä työssä käytetään etupuskuria vain paikoitukseen ja takapuskuri jäi ilman mitään käyttöä. Tarkkaa paikoitusta on hankala tehdä, mutta etupuskurin avulla saadaan edes suurpiirteittäinen paikoitus tehtyä (kuva 6). Jos olisi päädytty käyttämään JCP-laitetta, olisi takapuskuri hyödynnetty siinä tukena, mutta koska se sijaitsee todella kaukana JCK-laitteesta, on parempi jättää se käyttämättä tilan- ja painonsäästösyistä (kuva 7).



Kuva 6. Moottorikelkan etupuskuri



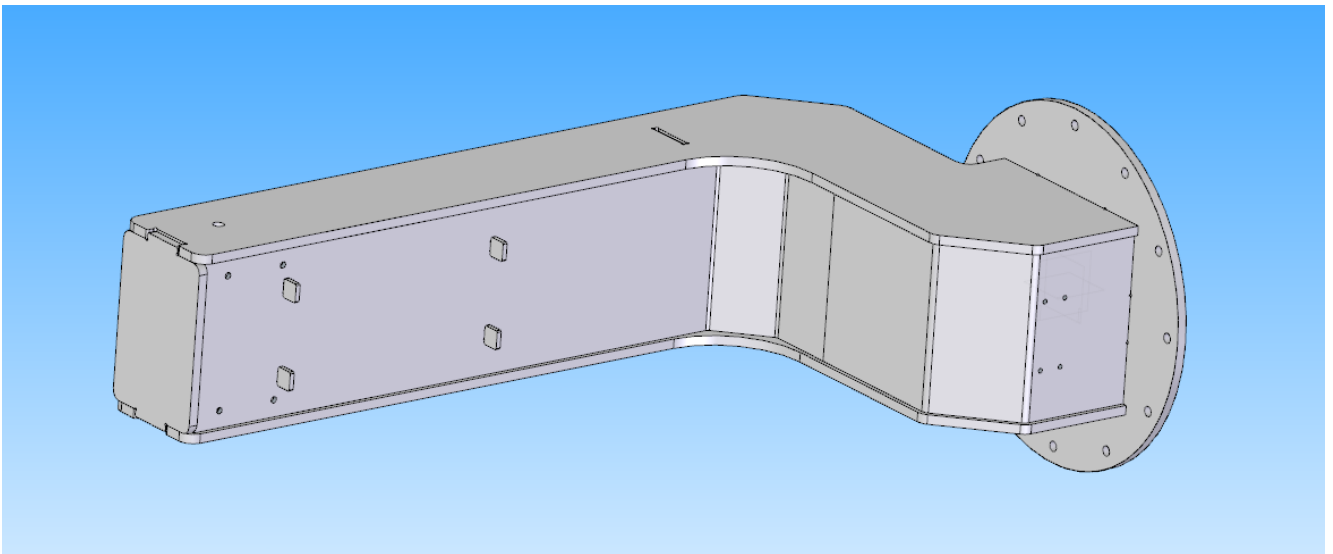
Kuva 7. Moottorikelkan takapuskuri

3.4 Runko

3.4.1 Rungon muotoilu

Rungon muotoilussa tärkein seikka oli se, että se mahdollistaa mahdollisimman hyvän pääsyn moottorikelkan lähelle niin, että huolto ja korjaustoimet onnistuvat vaivattomasti. Rungon muotoilun täytyi olla mahdollisimman siro, mutta sen verran jyrkää, ettei se pääse kiertymään moottorikelkan painosta. Runkoa joutui hieman tuomaan kiinnityslautasesta ulospäin, koska moottorikelkan sukset piti saada taaksepäin, että ympäri pyörittäminen oli mahdollista ilman osumista koneeseen. Rungon muoto tuli muistuttamaan paljon yrityksen valmistamia L-varsia, joka helpottaa valmistusta jonkin verran, koska malli on tuttu.

Runko muodostuu kiinnityslautasesta, sivulevyistä, päätylevystä ja täytelevyistä (kuva 8 ja kuva 9). Sivulevyt muodostavat rungon muodot, ja ne ovat valmistettu paksummasta teräslevystä, myös päätylevy ja kiinnityslevy ovat paksumpaa materiaalia. L-muodon sisäpinnalla on suuri pyöristys, joka toimii vahvikkeena. Rungon keveyden varmistamiseksi täytelevyt ovat ohuempaa levyä. Täytelevyt on myös taivutettu vähintään kerran jokainen, joten se jäykistää rakennetta niiden osalta, joten ei ole tarpeen käyttää paksumpaa materiaalia.

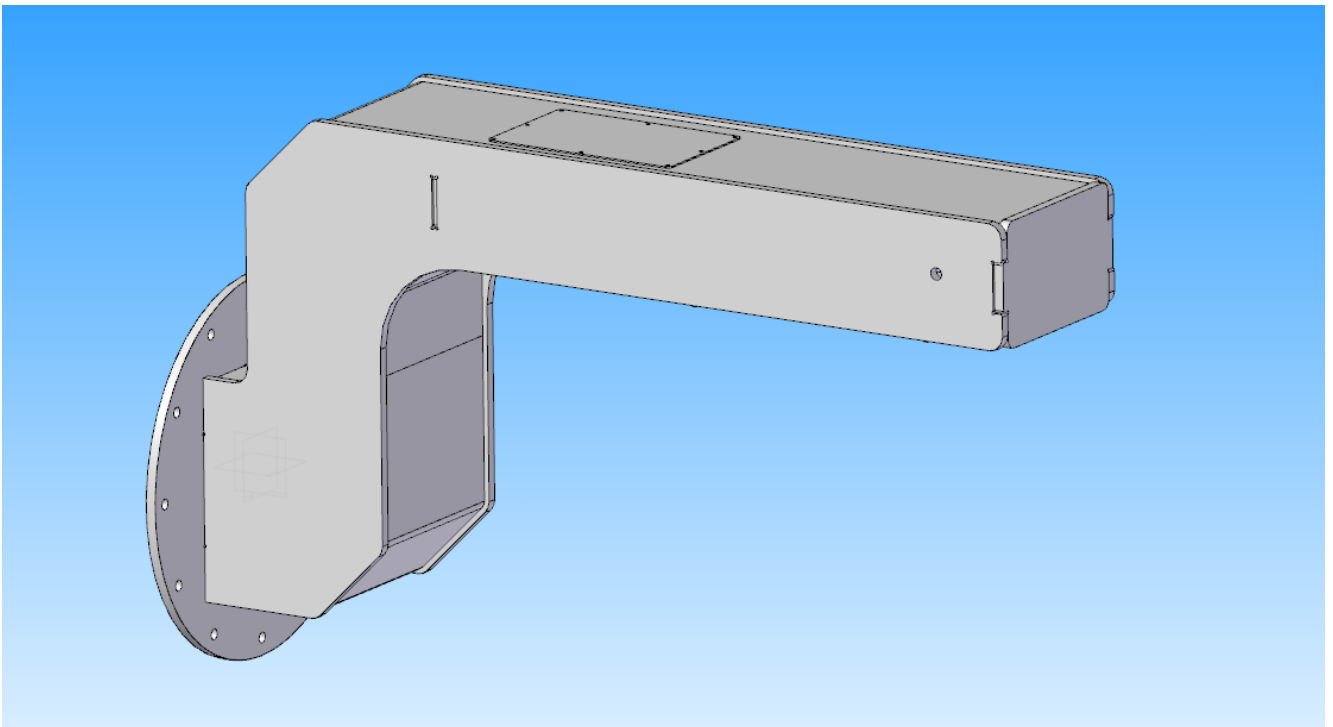


Kuva 8. Rungon muotoilu.

Alapuolella oleviin täytelevyihin hitsataan myös pienet stopparit lineaarikiskoja varten. Aluksi oli tarkoitus, että molemmat hitsataan kiinni, mutta huoltosyistä tämä muutettiin niin, että toinen pää pultataan kiinni. Rungon päähän on tehty myös kierrereiat laakeripukkeja varten, johon ne voidaan kiinnittää. Laakeripukkeihin kiinnitetään kelkan pääkiinnitys.

Rungon alaosaan tuli myös neljä kierrereikää kohdistuslevyä varten. Näitä reikiä on neljä säädettävyyden takia ja myös siksi, että se tukevoittaa levyä huomattavasti, jos se voi olla samassa kohdassa suurimman osan ajasta.

Kiinnityslevyyn tehtiin pulttikehä, joka voidaan suoraan kiinnittää kappaleenkäsittelylaitteeseen. Rungon suunnittelussa on käytetty kohdistusnastoja, jotka helpottavat kokoonpanon kasaan laittamista ennen kokonaisuuden hitsausta.



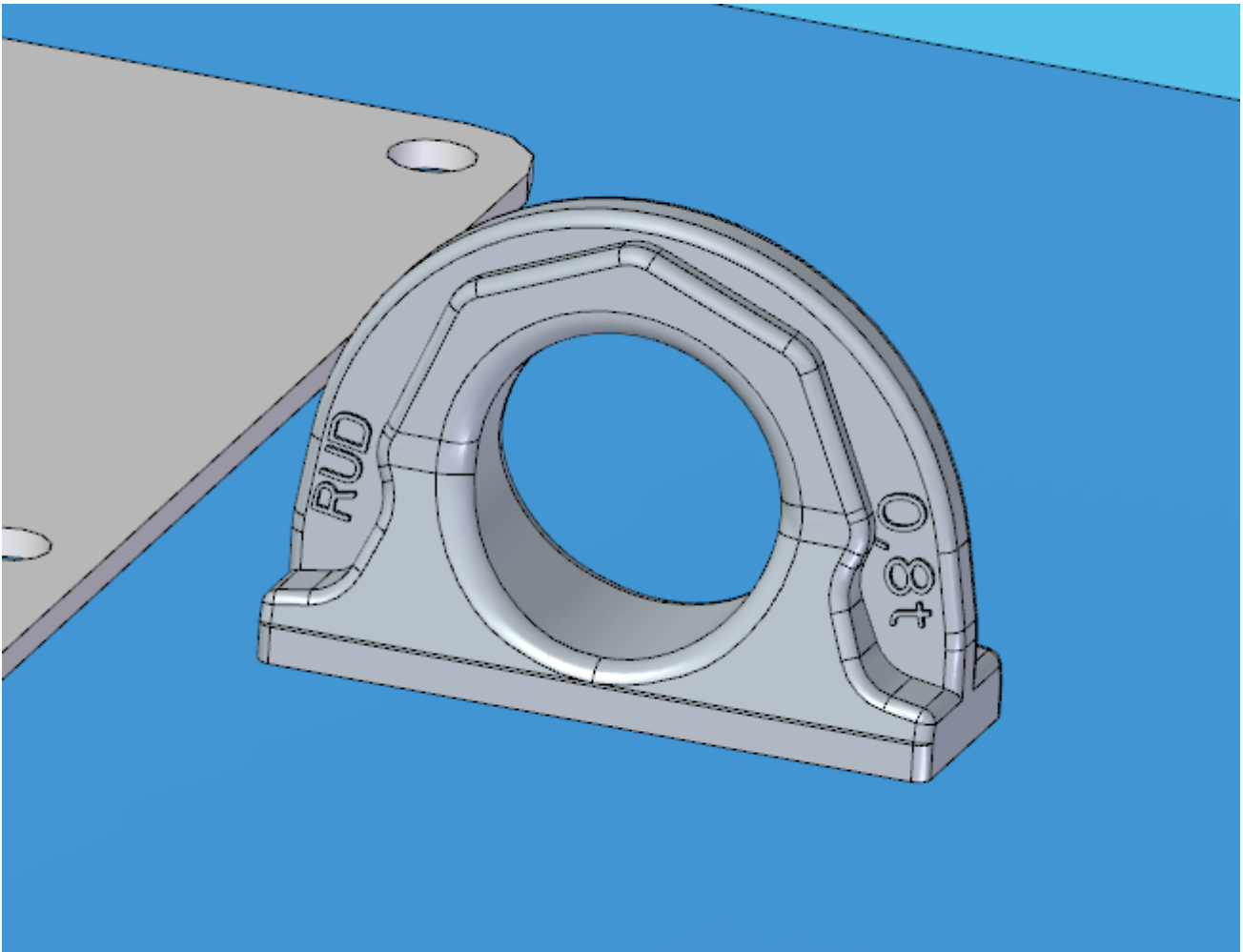
Kuva 9. Rungon muotoilu pystyasennossa.

3.4.2 Rungon viimeistely

Kun runko oli rakenteena valmis, täytyi sinne lisätä muutamia elementtejä. Näitä olivat: nostolenkki, kiertymisenestolevy, sisälevyn hitsauksen mahdollistava luukku ja paikoitusnastat kiinnityslevyyn. Myös valmistusteknisiä asioita muutettiin paremmiksi, kuten laserleikkausta varten koloihin tehtävien pienten pyöristysten muuttaminen. Nämä pienet reiät antavat laserleikkaajalle mahdollisuuden kiertää reikä täysin ympäri leikaten, ja viimeistelyä ei tarvita paljoa, koska aloituskohta voi olla reiän kohdassa. Myös kaikki pyöristykset ja välit katsottiin läpi, jotta hitsaaminen olisi mahdollisimman helppoa.

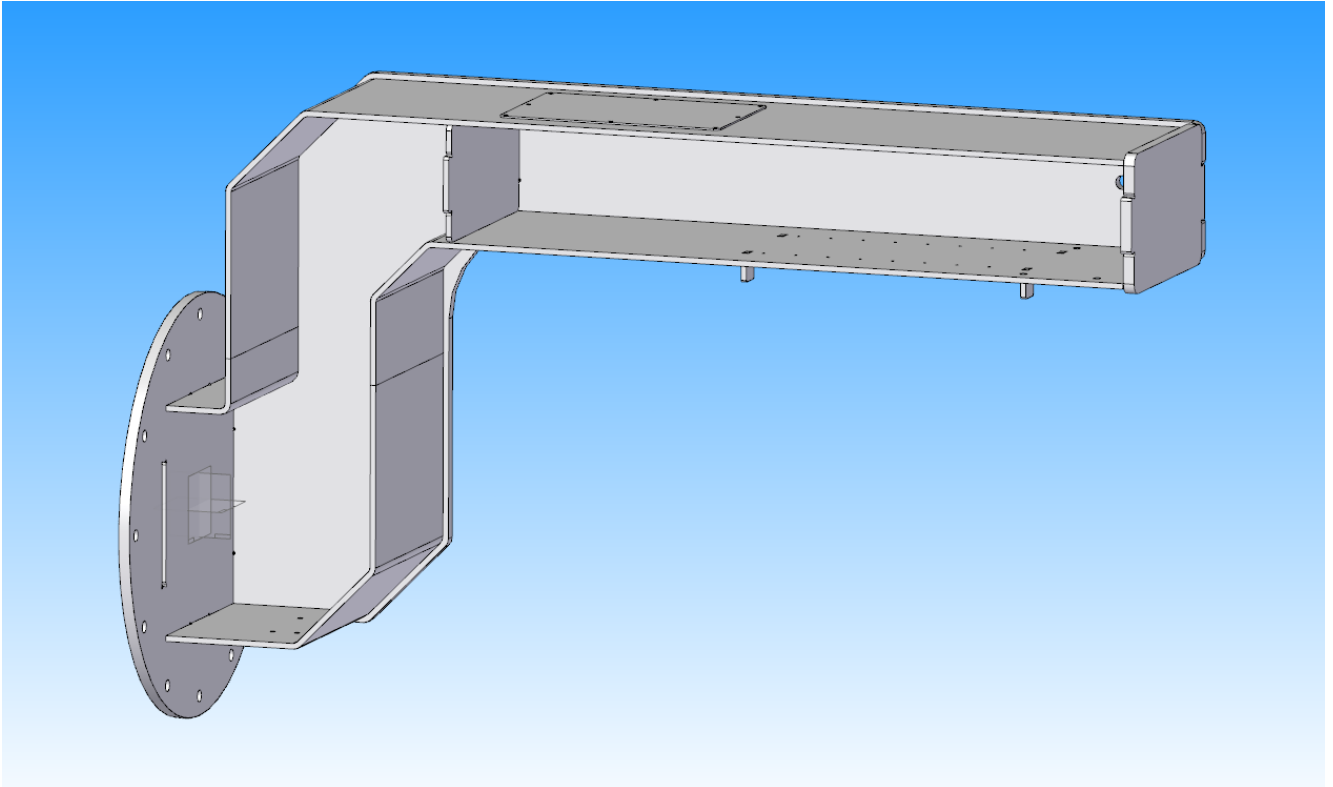
Paikka nostokorvaa varten tehtiin mahdollisimman lähelle varren painopistettä, mutta oikeaan kohtaan ei aivan päästy luukun takia. Nostokorva on hieman painopisteestä kiinnityslevyyn

päin, eli runko voi olla maata vasten ja sen nosto tapahtuu siitä lähes samassa asennossa. Nostokorvaksi valikoitui Erlatekin valmistama hitsattava ABA-0,8 t RUD -korva, joka on pienin tähän tarkoitukseen käyvä korva (kuva 10). Tämä korva oli myös tarpeeksi matala, eli se ei vaikuta laitteen pyörityshalkaisijaan. Yrityksessä muuten käytetyt peruskorvat olivat sen verran korkeampia, että pyöritys ei olisi onnistunut ilman nostoa.



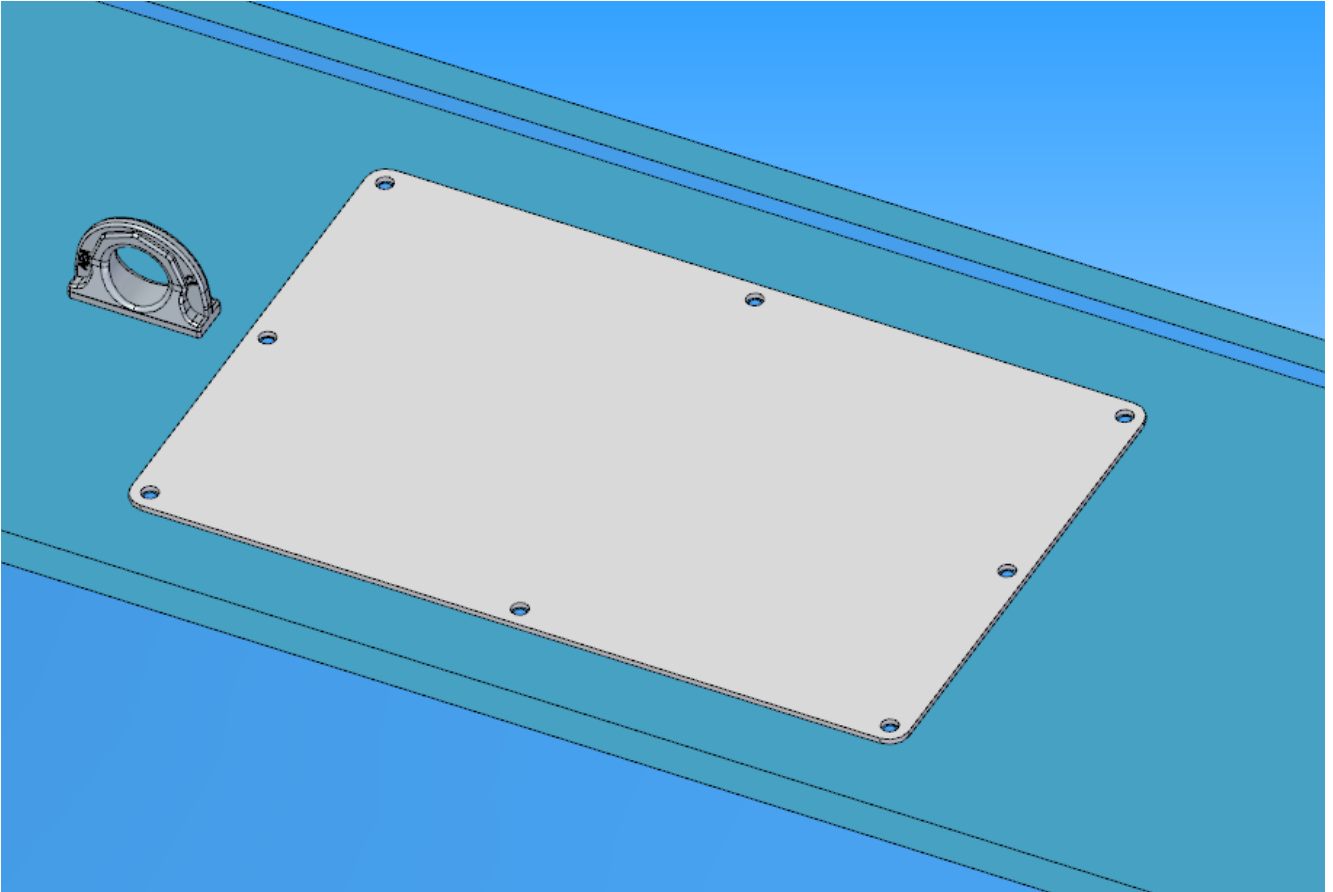
Kuva 10. Nostokorva

Rungon sisälle tehtiin yksi vahvikelevy, joka estää hiukan rungon kiertymistä (kuva 11). Levyyn paikka valittiin hyödyllisimmän sijainnin perusteella. Välttämätöntä tarvetta levyille ei ollut, mutta se haluttiin laittaa varmistamaan rakenteen kestävyys. Levy tulee paikoitusnastoilla sivulevyihin kiinni.



Kuva 11. Sisävahvike

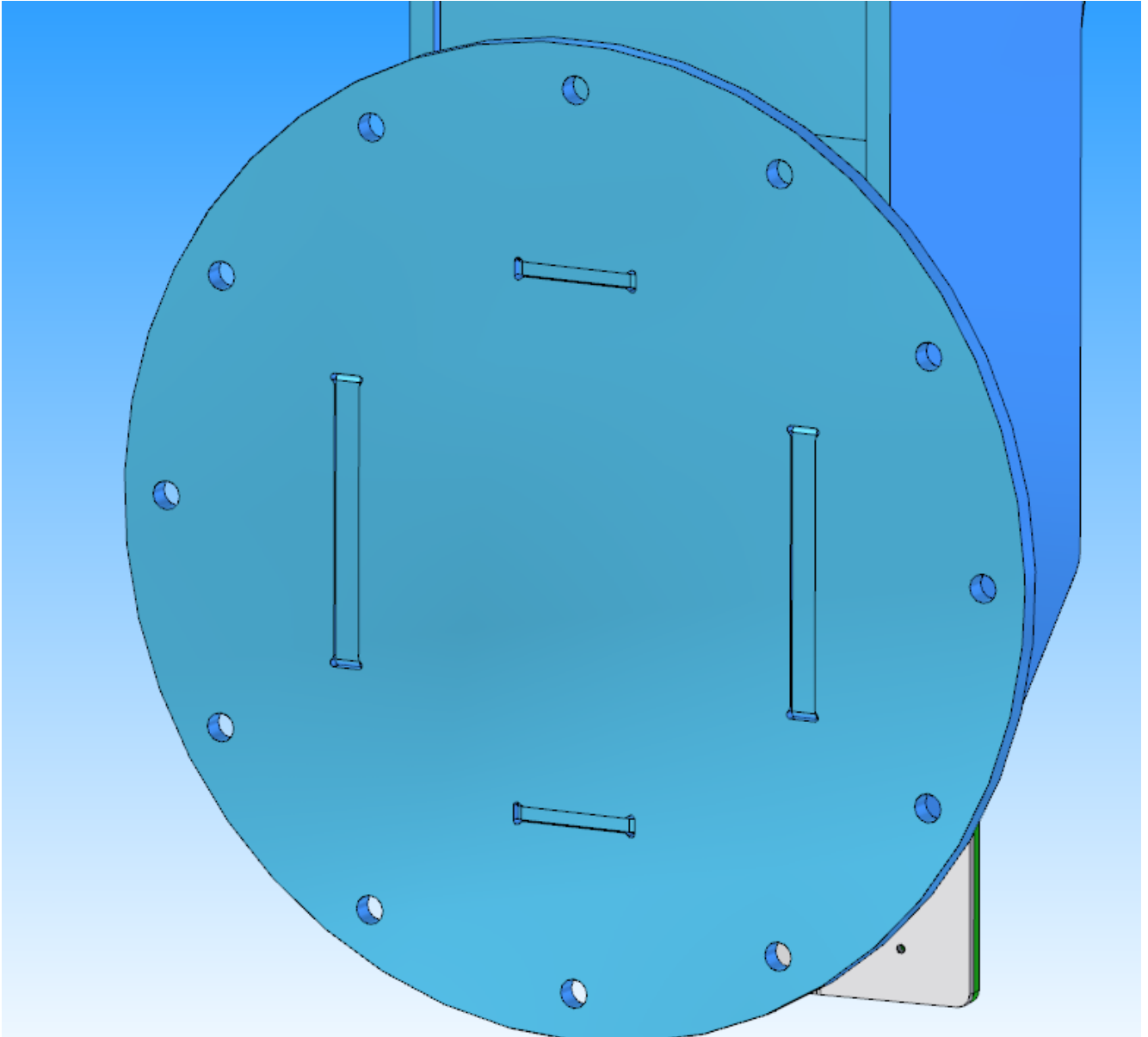
Vahvikelevyn hitsausta varten tarvittiin myös luukku, josta tämä työ onnistuisi helposti (kuva 12). Vahvikelevy hitsataan kiinnityslautasen puolelta kiinni ennen toisen sivulevyn asennusta, ja lopullinen hitsaus tehdään luukun kautta, rakenteen muuten jo ollessa hitsattuna kiinni.



Kuva 12. Varren päällä oleva luukku

Rungon viimeistelyn yhteydessä huomattiin, että tarpeen olisi myös paikoitusnastat kiinnityslevyyn, mutta niitä ei ollut aiemmin huomattu laittaa (kuva 13). Tämä pieni asia helpottaa valmistusta huomattavasti, joten nämä lisättiin.

Runkoa ei tässä vaiheessa päätetty koneistaa millään tavalla, mutta jos runkoa kasattaessa ja hitsattaessa tulisi koneistukselle tarvetta, löytyisi varaa myös tästä pinnasta sen verran, että oikaisu onnistuu. Koneistuksien tarve selviää vasta prototyyppivaiheessa, mutta oletus on, että rakenne on mahdollista toteuttaa ilman koneistuksia.



Kuva 13. Kiinnityslevyn paikoitusnastat

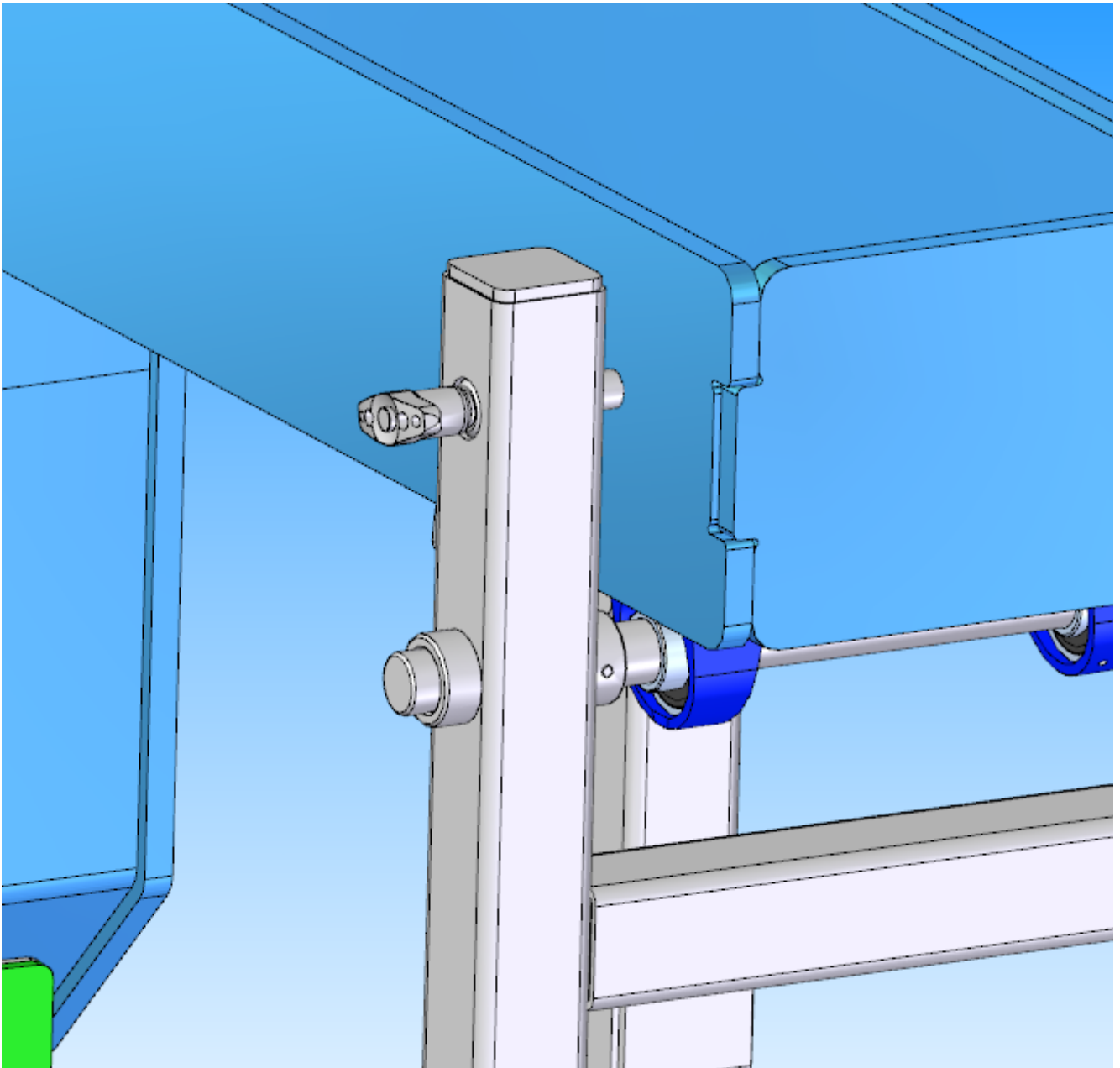
3.5 Moottorikelkan kiinnittäminen

Kun oli päätetty, että moottorikelkan kiinnitys tapahtuu astinlaudoista ja ohjausakselin poikki-putkesta, täytyi alkaa miettimään itse kiinnittimiä. Kiinnittimiä tarvitaan kaksi kappaletta, ja molempien pitäisi olla hyvin säädettäviä, jolloin varmistettaisiin sopivuus mahdollisimman monen eri moottorikelkkamalliin. Ideana oli myös se, että kelkan tuonti kiinnittimille olisi helppoa, joten tästä syystä väistävät kiinnittimet olisivat hyvät. Kelkan kiinnittämiseen kuluva aika ei niinkään ole merkityksellinen, koska laitteessa tehtävät huollot yms. ovat sen verran aikaa vieviä, että sillä ei suurta merkitystä ole, mutta toki pyritään mahdollisimman helppoon ja nopeaan kiinnitykseen. Näillä lähtökohdilla kiinnittimien suunnittelu alkoi.

3.5.1 Pääkiinnitys

Pääkiinnityksen suunnittelussa oli alusta asti visiona tehdä putkirunko, joka kääntyy keinun tavoin, ja siinä on lukitus tiettyyn asentoon. Tällä mahdollistetaan se, että kehikon saa käännettyä edestä pois, kun kelkkaa työnnetään sisään tai pois kiinnittimestä, ja tämä myös vähentää tilantarvetta, kun kiinnitin on tyhjänä. Pääkiinnitin kiinnitetään runkoon kahdella laakeripukilla, joiden läpi kulkee akseli. Akseli kiinnitetään putkirakenteeseen putkisokilla, joiden päätarkoitus on pitää kehikko keskellä, kun kiinnitintä pyöritetään, mutta toinen tehtävä on pyörittää akselia laakereilla, sen sijaan että akseli olisi paikallaan ja liikkuisi putkirungon holkkien sisällä (kuva 14).

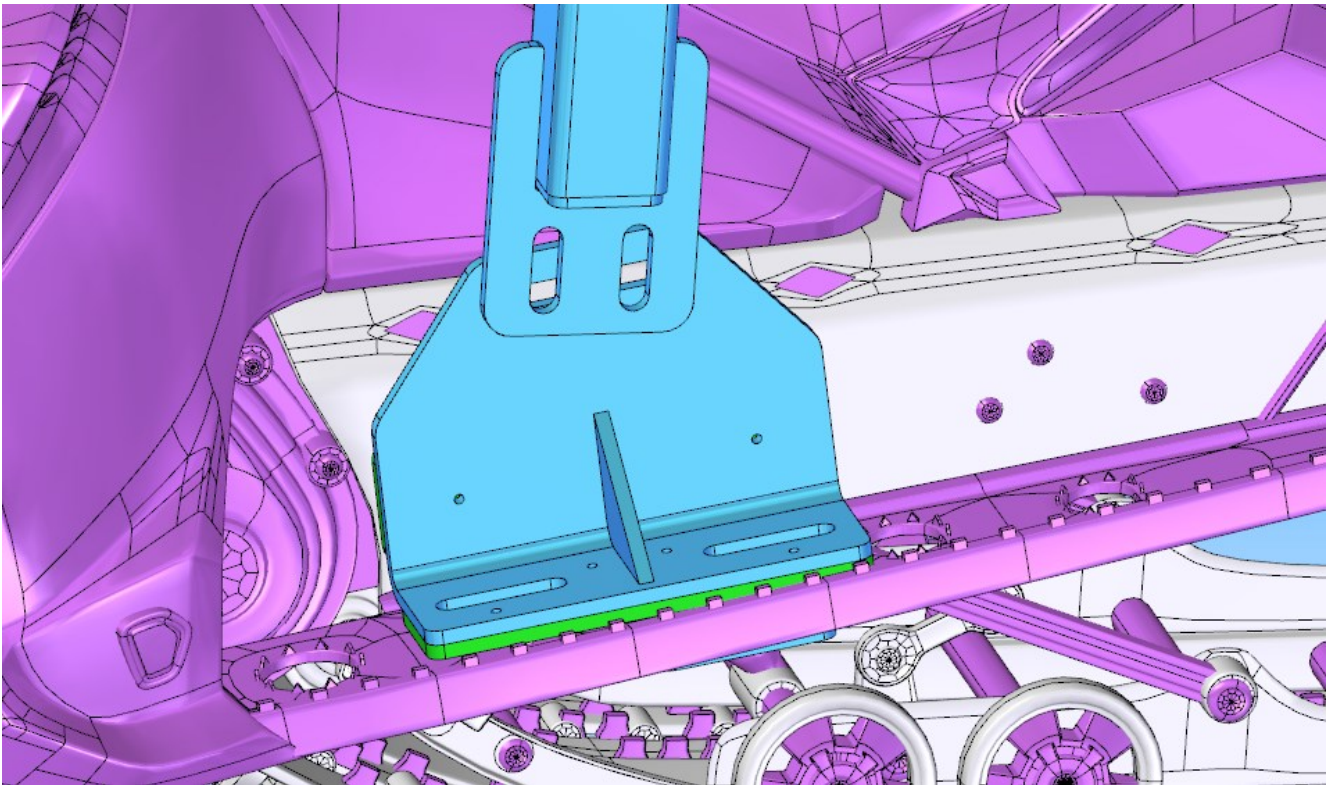
Putkirunko toteutettiin 80x80x4 RHS putkipalkista, jonka jäykkyys oli riittävää tässä käytössä. Putkien läpi leikataan reiät, johon tulevat holkit lukitustapille ja akselille. Kuulalukitustappi on Halderin mallistosta, sen halkaisija on 25 mm ja pituus 130 mm, ja tapin varassa pääkiinnitin on, kun se lukitaan.



Kuva 14. Pääkiinnittimen kiinnitys runkoon

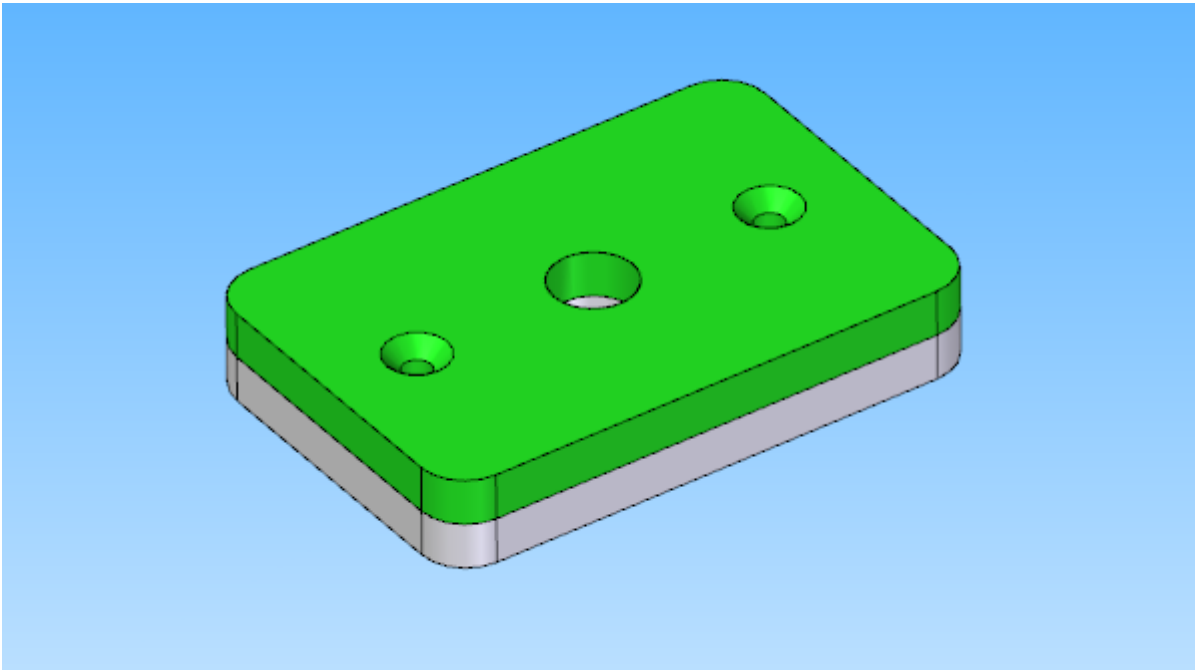
Pääkiinnittimen kiinnitys astinlautoihin oli haastava toteuttaa siten, että se sopii mahdollisimman moneen eri ritilärei'itykseen (kuva 15). Astinlauta on tulevaan levyyn tuli todella pitkät reiät, joiden pyrkimyksenä on varmistaa sopivuus useaan eri reikämalliin. Tämä koko levy on myös täysin vaihdettavissa ja säädettävissä, jos tulee tarve erilaiselle rei'itykselle. Myös levyn kulmaa täytyi pystyä muuttamaan, koska eri kelkoissa astinlaudat voivat olla eri kulmassa tai korkeudessa. Kiinnitys levyjen kesken tapahtuu pulttiliitoksella, joita löysäämällä säätö on mahdollista. Levyssä on kahdet reiät astinlauta, mutta jos toiseen näistä saa pultin, kelkka pysyy sillä jo varmasti. Toinen reikä on vain varmistukseen ja siihen, että saadaan varmasti edes yksi pultti läpi kaikista ritilämalleista.

Kiinnityslevyn vastepintoihin tehdään myös kovamuovista pehmikkeet, jotka estävät vaurioit-
tamasta kelkkaa sitä nostettaessa tai pyörittäessä. Nämä kuvissa vihreät osat ovat PE1000
muovia, jota käytetään paljon vastaavissa paikoissa. Nämä levyt kiinnitetään senkkikantaruu-
veilla kiinnityslevyyn. Kiinnittimen viimeistelyvaiheessa lisättiin kiinnityslevyyn kolmiotuki, joka
parantaa levyn jäykkyyttä ja estää pienetkin vääntymiset ja muodon menetykset.

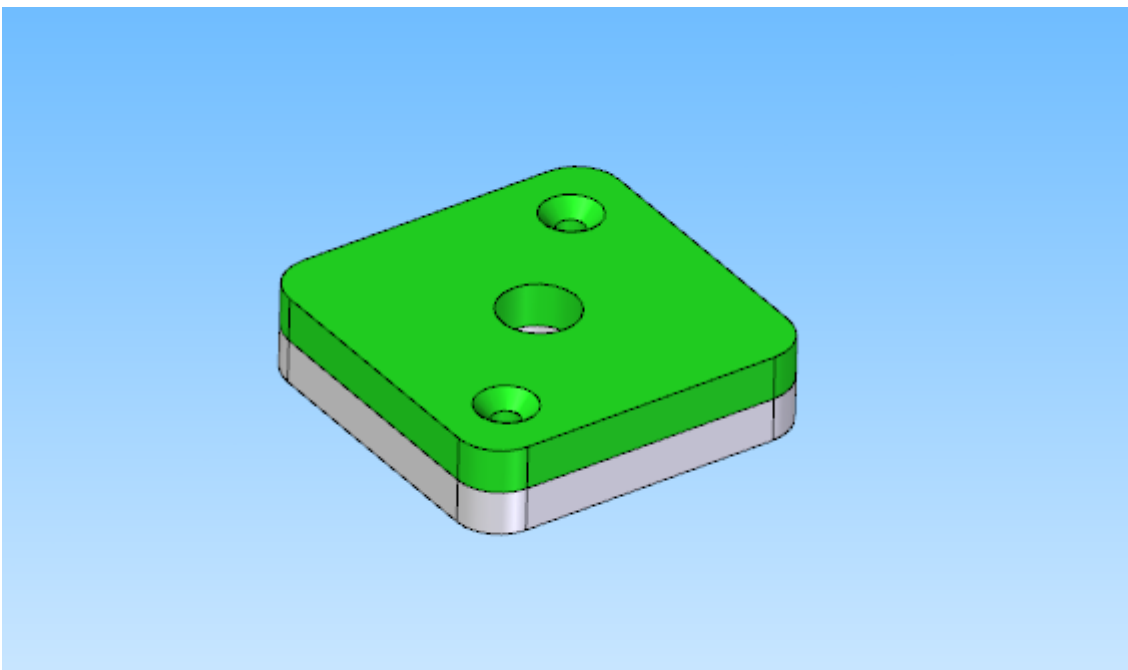


Kuva 15. Pääkiinnittimen astinlaudan kiinnitys

Astinlaudan alapuolelle tarvittiin myös vastakappaleet, joilla kiristetään levyt toisiinsa. Näitä
vastelevyjä tuli kaksi per puoli ja kahtena eri kokona: isompi, jolla saadaan yksistäänkin hyvin
kiristettyä kiinnitin kelkkaan (kuva 16), ja toinen on pienempi, joka voi toimia tukena tai jos
verkko astinlaudan pohjassa on pieni, toimii tämä myös yksistään vastakappaleena (kuva
17). Näitä tehtiin kahta eri kokoa myös sen takia, että prototyypivaiheessa voidaan katsoa,
kumpi näistä toimii paremmin lopullisessa tuotteessa. Näihin vastakappaleisiin myös laitettiin
PE 1000 muovi vastepinnalle, jolla varmistetaan kiinnitys ilman jälkiä. Kiinnitys muoveille ta-
pahtuu myös samalla lailla kuin toisissakin, eli senkkikantaruuveilla.



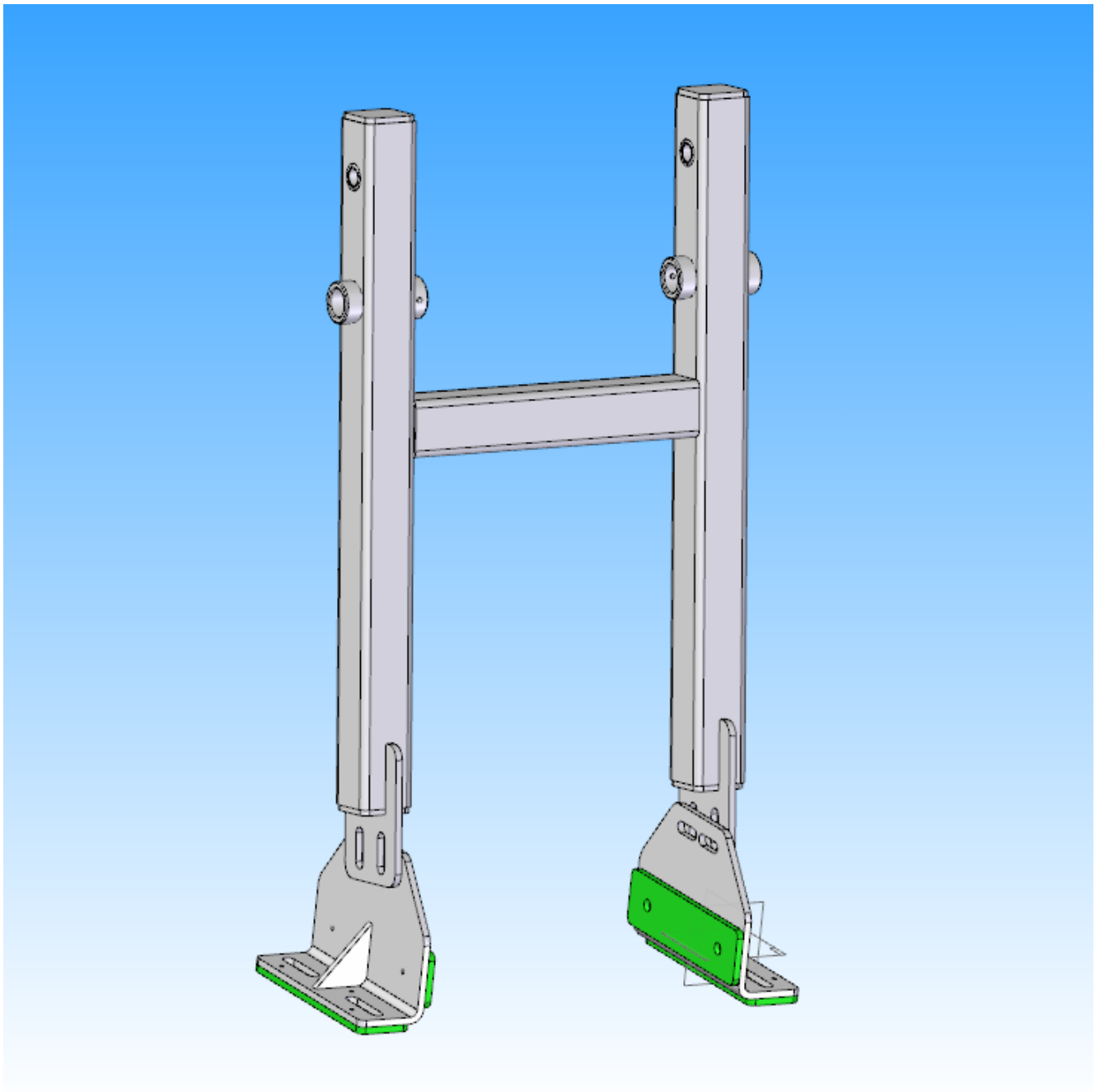
Kuva 16. Isompi vastekappale



Kuva 17. Pienempi vastekappale

Kiinnitys näiden kappaleiden välillä tapahtuu pulttiliitoksella. Kuten aiemmin jo todettiin, ei ole merkitystä, kuinka nopeasti kelkan saa kiinni koneeseen, koska kiinnittimessä tehdään isompia huoltotoimia. Pultit ovat lisäksi varsin nopea tapa, koska ne voidaan pulttipyssyllä kiristää ja koska vastelevyjen sovittaminen vaatii joka tapauksessa käsityötä, ei pultin asettaminen ole ongelma.

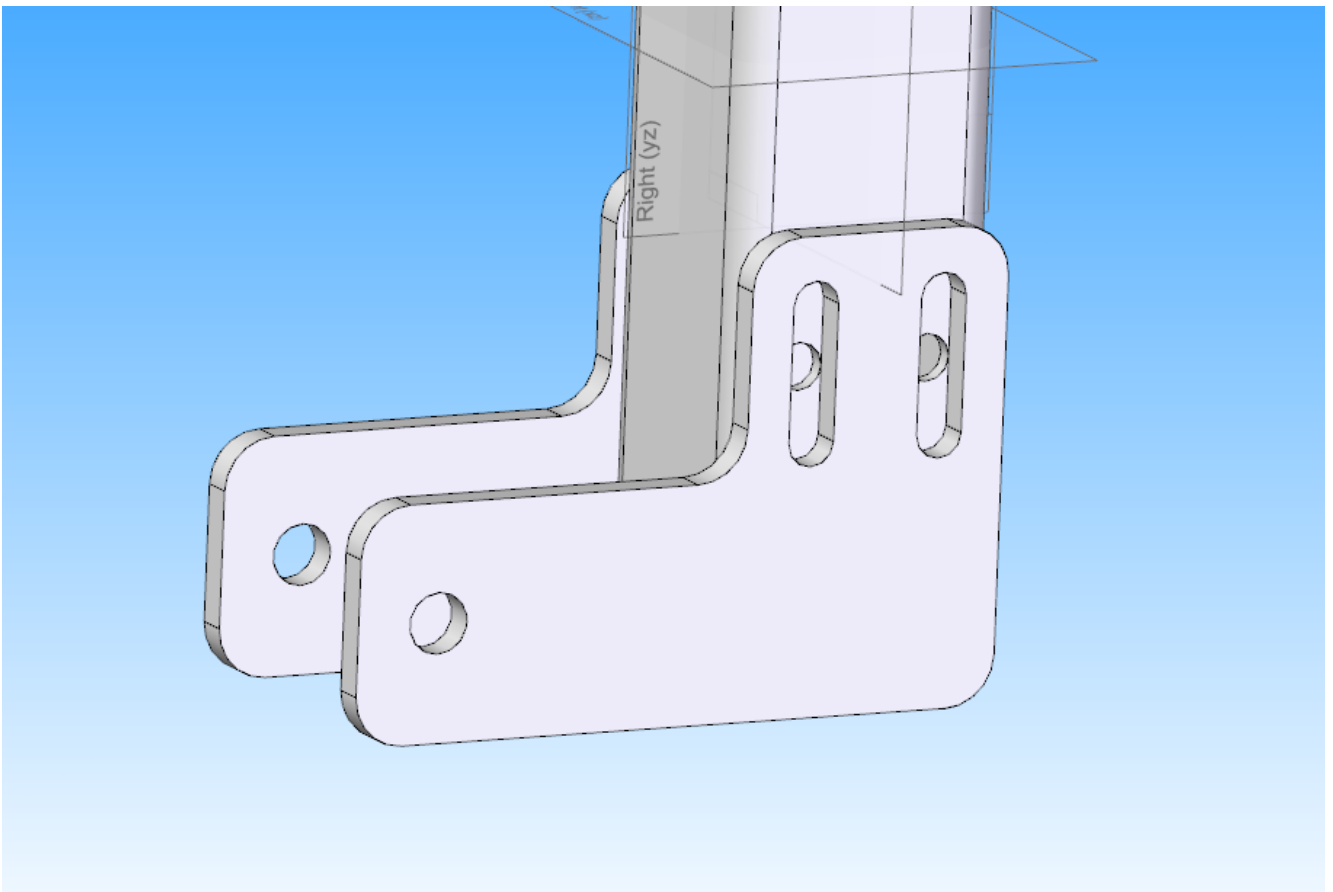
Kokonaisuudessaan pääkiinnitin muodostui kahdesta samanlaisesta osasta, jotka yhdistettiin väliputkella yhtenäiseksi rakenteeksi (kuva 18). Rakenne pysyi sirona, ja näin varmistetaan hyvä pääsy kelkan huoltokohteisiin. Rakenne on tarpeeksi vahva kestämään kelkan aiheuttamat rasitukset. Putkien pituuskin jäi varsin lyhyeksi, joten tämäkään ei aiheuta liikaa vääntöä runkorakenteeseen. Moottorikelkka pysyisi varmasti myös pelkästään tämän varassa, koska kiinnitys on tarpeeksi vahva ja lähellä painopistettä, mutta järkevintä oli lisätä ylimääräinen tukikiinnitys, jolla varmistetaan tukeva kiinnitys.



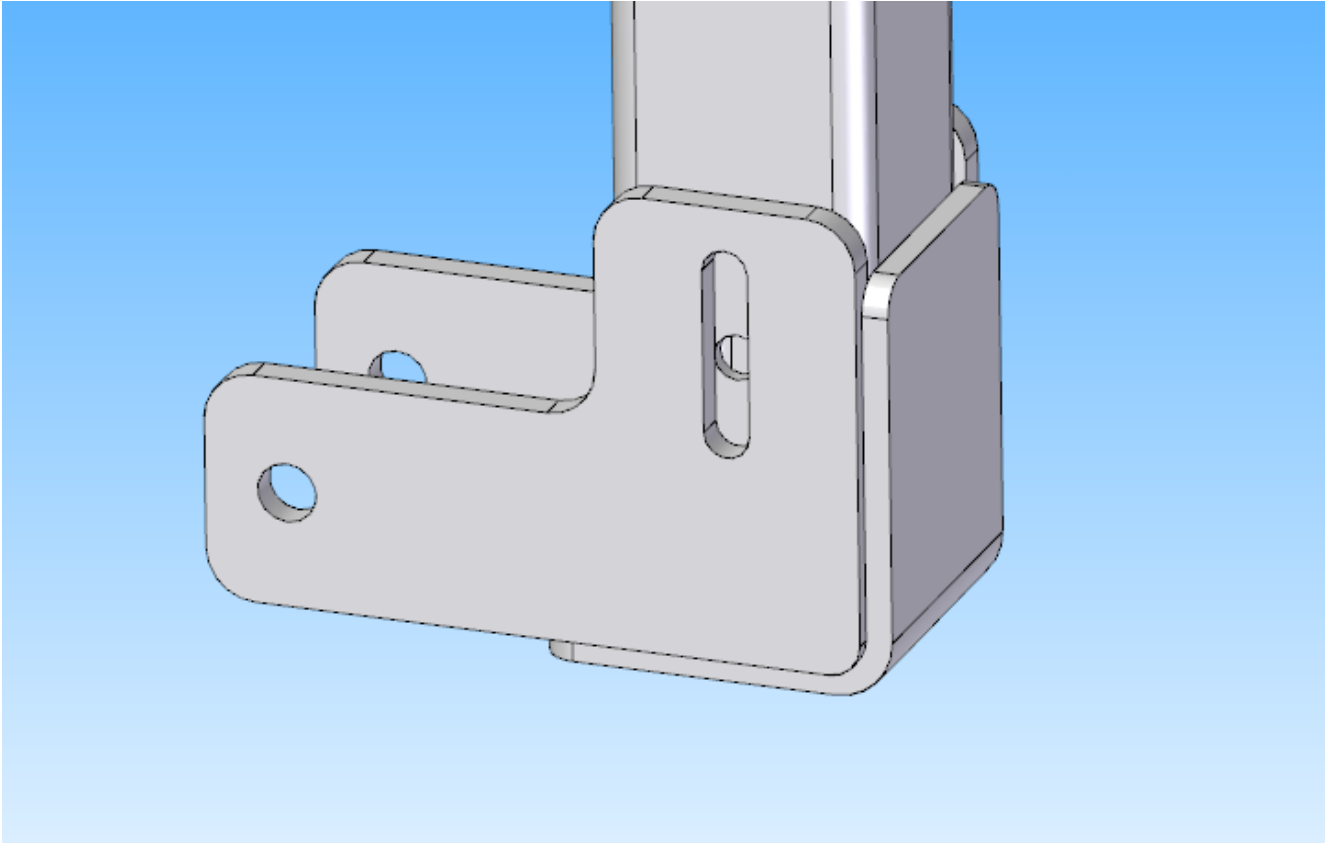
Kuva 18. Pääkiinnitinkokonaisuus

3.5.2 Tukikiinnitys

Tukikiinnittimen suunnittelu alkoi kelkassa olevasta kiinnityskohdasta. Aluksi täytyi tehdä siis osa, joka sopii kelkassa olevaan ohjausakselin putkeen (kuva 19). Ideana tämä oli toimiva, mutta nopeasti huomattiin, että parempi olisi, jos levyt olisi kiinnitetty yhteen. Jos osat olisivat irrallaan, olisi reiän kohdistaminen hankalaa. Osan valmistamista suunniteltiin särmäämällä. Tämä ei kuitenkaan ollut mahdollista, koska osan malli oli liian kapea ja korkea särmäykseen. Nyrkkisääntönä tähän pidetään sitä, että jos uran leveys on isompi kuin sivujen korkeus, niin särmäys onnistuu, muuten ei. Tässä tapauksessa jouduttiin siis miettimään jokin muu ratkaisu. Seuraavassa versiossa tuli takaosaan levy, jolla levyt yhdistettiin. Tämä oli toimivampi ratkaisu, ja lisäksi pystyttiin poistamaan toinen kiinnitysreikä, koska takalevyn ansiosta kokonaisuus pysyy yhdenkin reiän varassa hyvin (kuva 20).

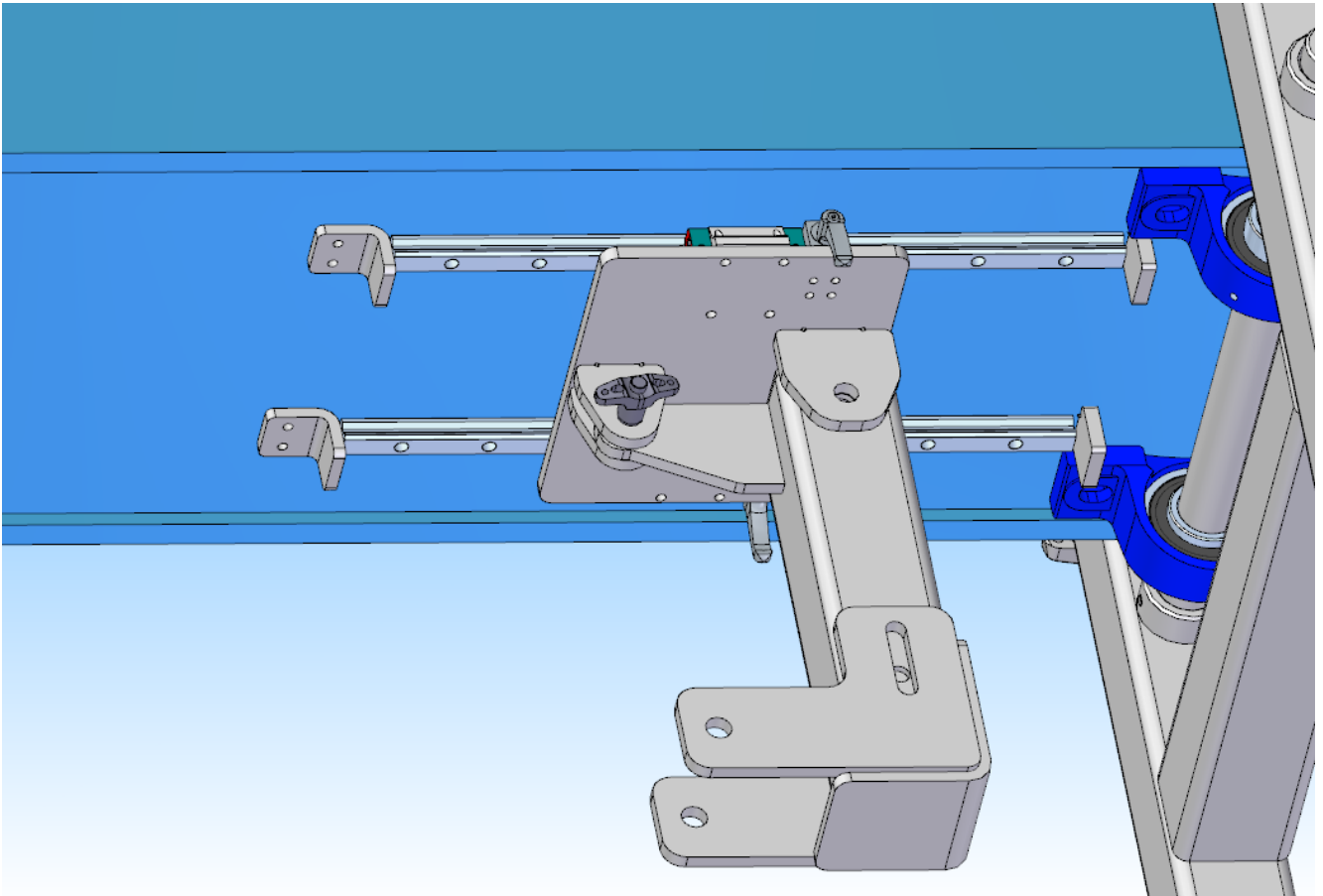


Kuva 19. Alkuperäinen tukikiinnitysosa kelkkaan



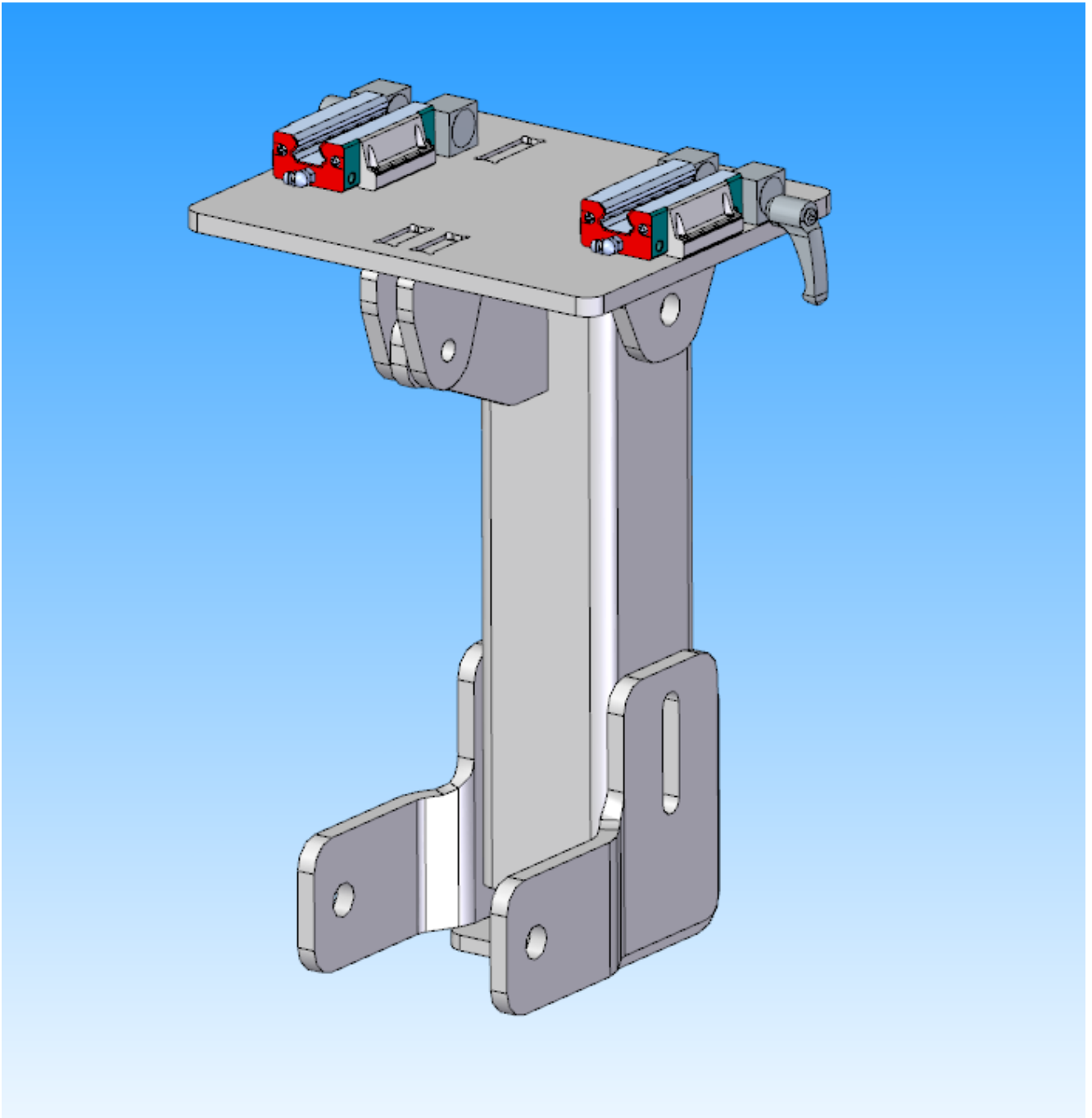
Kuva 20. Toinen versio tukikiinnittimestä

Tukikiinnitin tehtiin tukemaan kelkkaa, joten sen ei tarvitse kannatella suuria voimia. Rakenteesta tuli silti vahva, ja se pystyy kantamaan osan kuormasta, joka sille aiheutuu. Tukikiinnitin kiinnitetään runkoon lineaarikiskoilla kulkevilla lineaarikelkoilla, joita on kaksi kappaletta. Kelkkojen vieressä on molemmilla puolilla lineaarikelkajarrut, joilla saadaan lukittua tukikiinnitin paikalleen, ennen kelkan nostoa ja kääntöä. Nämä lineaarikelkat ja jarrut ovat kiinni levyssä, johon tulee kiinnittimen puomiosa. Puomiosa on kääntyvä samasta syystä kuin pääkiinnitinkin, jotta moottorikelkan irrottaminen helpottuisi. Yllä oleva moottorikelkkaan kiinni tuleva kiinnitin tulee taas puomin alapäähän kiinni. Koko tukikiinnitinpakettia pystytään siis liikkuttamaan liki puoli metriä, joten sen saa mukautettua todella hyvin eri kelkkojen mukaan (kuva 21). Kuvassa näkyy myös ruuvikiinnitteiset stopparit, jotka tulivat lineaarijohteiden päähän, ja näin saadaan vaihdettua lineaarikelkat tarvittaessa helpommin.



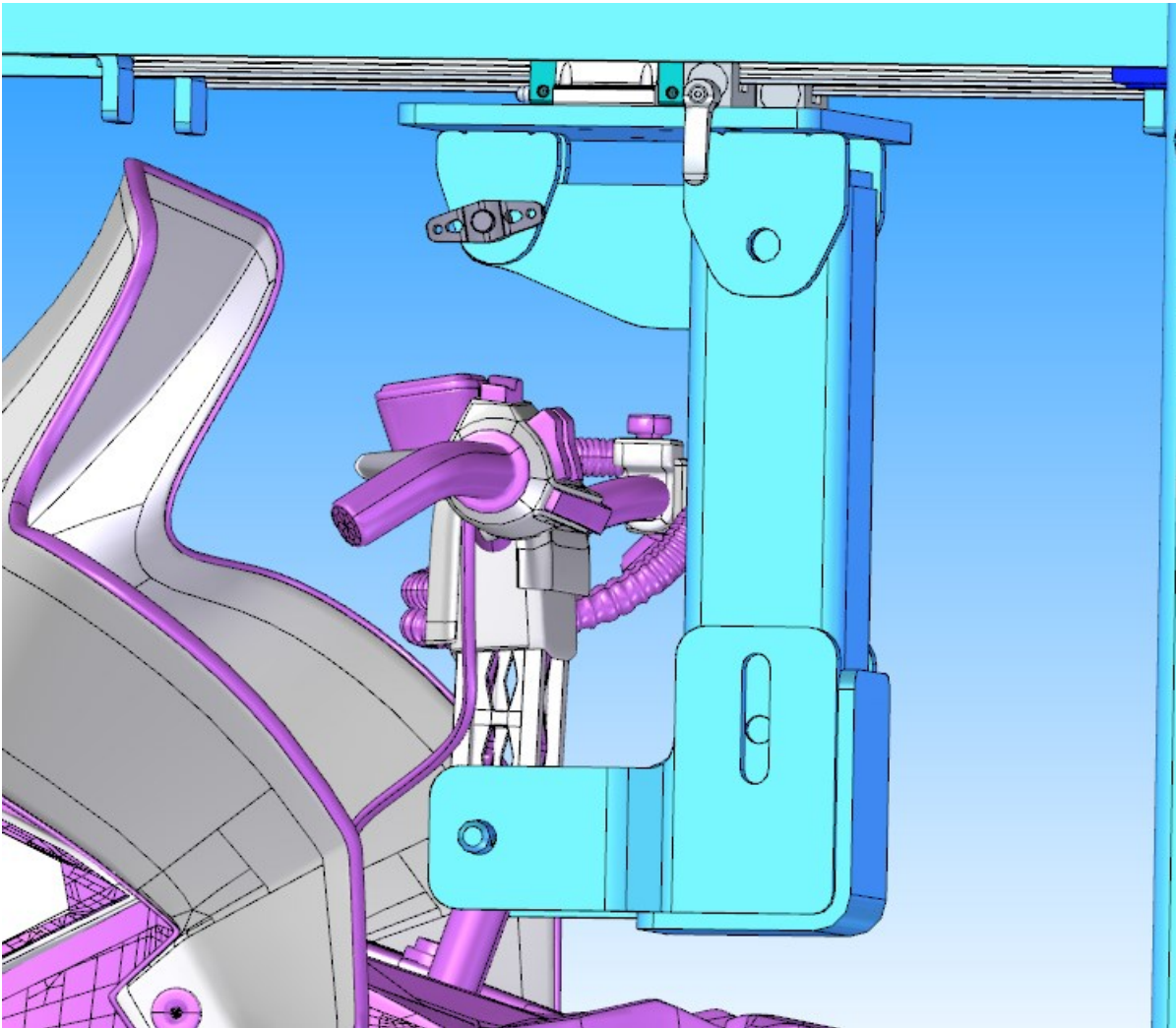
Kuva 21. Tukikiinnittimen rakenne

Rakenne ei työn edetessä paljoa muuttunut pieniä pyöristyksiä lukuun ottamatta. Tuessa on paljon säätöä, jolla varmistettiin sopivuus moneen eri kelkkaan, niin kuin oli aluksi mietitty. Kelkkaan tuleva kiinnitys oli merkittävin muutos, joka täytyi tehdä loppumetreillä. Mittoja tarkistettaessa kävi vielä ilmi, että ohjausakselin t-palan leveys on eri CAD-mallissa ja mallina olleessa kelkassa. Tämä asia korjattiin, jonka jälkeen leveyden pitäisi hyvin riittää (kuva 22).



Kuva 22. Tukikiinnittimen lopullinen versio

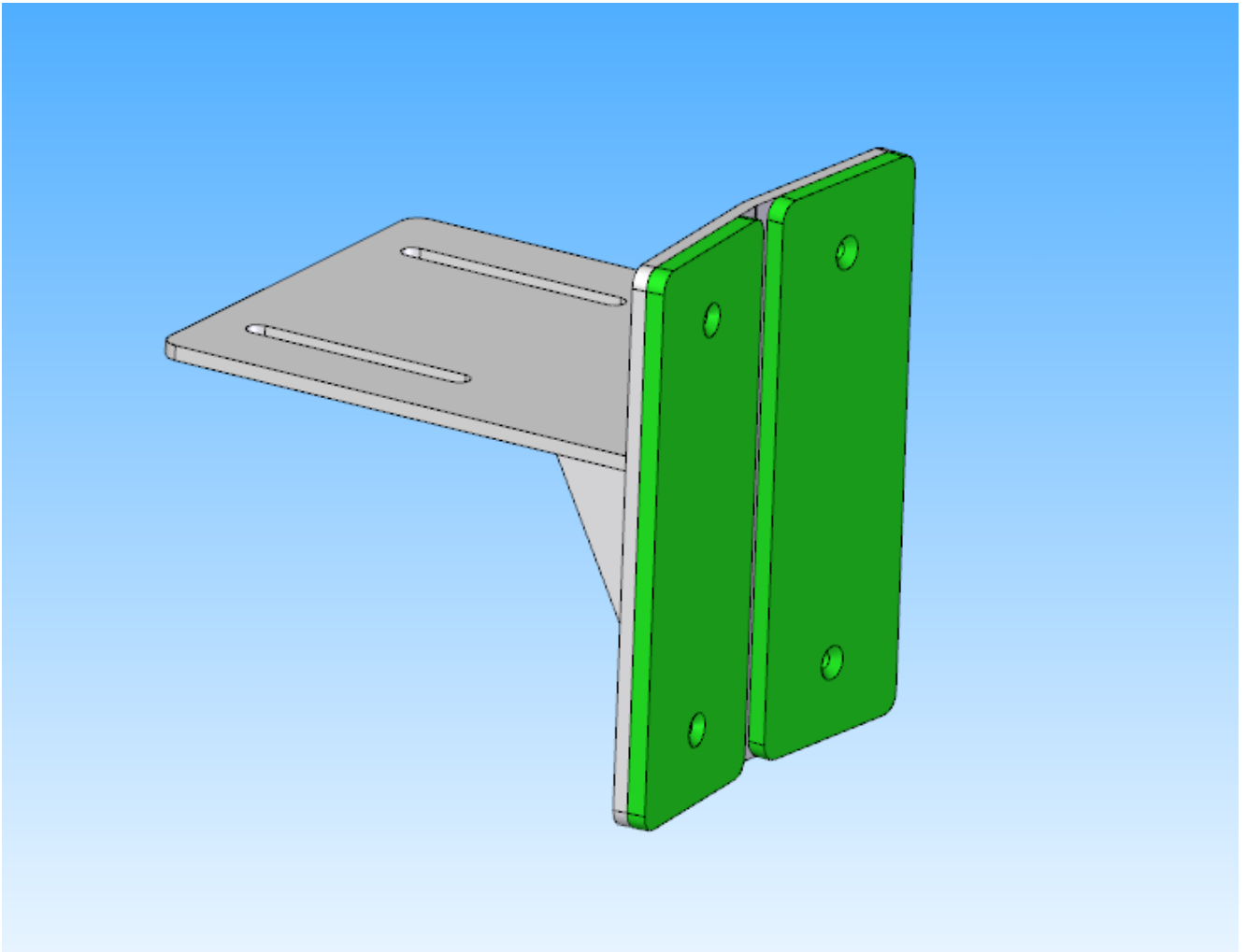
Kiinnittimen toiminta oli halutun yksinkertainen ja mahdollisimman vähän tilaa vievä, ja se myös väistää ohjaussarvet hyvin (kuva 23). Kiinnittimessä olevasta reiästä saa liu'uttaa tapin läpi kelkassa olevasta putkesta ja laittaa sokat päihin, ja näin varmistetaan tapin pysyminen paikoillaan. Aluksi mahdollisuutena pidettiin myös sarvien kääntämistä pois kiinnittimen tieltä, mutta tällä hetkellä näyttää, että se ei ole tarpeen. Joidenkin kelkkojen kanssa saattaa silti joutua kääntämään sarvet pois tieltä, mutta se ei ole suuri ongelma tässä kohtaa.



Kuva 23. Tukikiinnitin moottorikelkassa kiinni

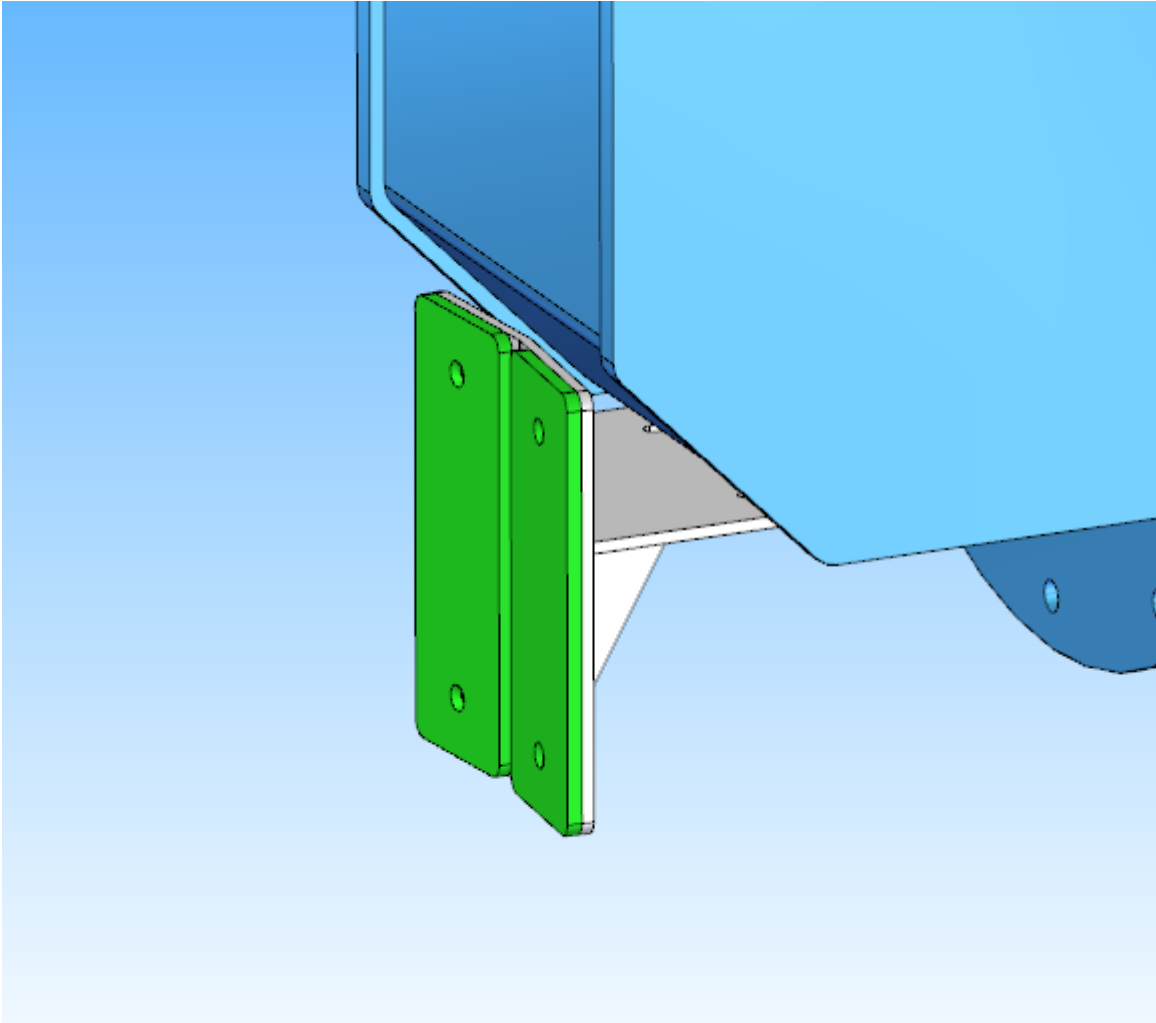
3.5.3 Kohdistus

Kelkan kohdistaminen oli yksi työn edetessä mieleen tullut seikka. Toki kelkan voi käännellä oikeaan kohtaan melko helposti, mutta jokin kohdistus haluttiin, että päästään lähelle oikeaa kohtaa kohtuu helpolla. Ratkaisuksi tehtiin kohdistuslevy, joka on kantattu yhdestä kohdasta, jotta se ohjaa moottorikelkkaa oikeaan kohtaan. Tämäkin osa pehmustettiin myös PE 1000 muovilla (kuva 24). Tämän ansiosta kelkan etupuskuri saadaan ajettua kohdistinta vasten, jonka jälkeen vain peräpää täytyy kääntää suoraan, jonka jälkeen voi kiinnittimen laskea kelkkaan kiinni.



Kuva 24. Moottorikelkan kohdistin

Kohdistimelle tuli myös pitkät säätöreiät, joiden avulla voidaan hakea kelkalle oikea paikka. Kiinnitin toimii myös ilman tätä kohdistinta, ja joissakin tapauksissa on varmasti helpompi, jos kohdistin irrotetaan sen jälkeen, kun kelkka on saatu kiinni, jotta saadaan lisää tilaa työskennellä (kuva 25). Joissain moottorikelkoissa on myös pitempi keula kuin toisissa, joten silloin tätä kohdistinta ei pysty käyttämään, mutta nykyaikaiset ja yleisimmät kelkat tämän kanssa sopivat olemaan ongelmitta.



Kuva 25. Kohdistin rungossa kiinni

Kohdistinlevy kiinnitetään rungon alaosaan. Kohdistimessa on korkeat vastepinnat, joten kelkan eri ajokorkeus ei vaikuta tämän toimintaan. Kohdistin on yksinkertainen ja helposti vielä muokattavissa jos sen toiminta ei prototyyppivaiheessa ole mieluinen.

3.6 Lujuustarkastelu

Lujuustarkastelu tehtiin Jucat Oy:n NX lujuuslaskentaohjelmistolla, joka on Siemensin valmistama ohjelma, kuten Solid Edge. Ohjelma on varsin samanlainen kuin Solid Edgen oma lujuuslaskentaohjelma, mutta yritykseltä löytyi parempi lisenssi NX-ohjelmaan. Ohjelma oli helppokäyttöinen, ja vaiheet, jotka tehtiin, vastasivat paljolti Solid Edgen lujuuslaskentaa.

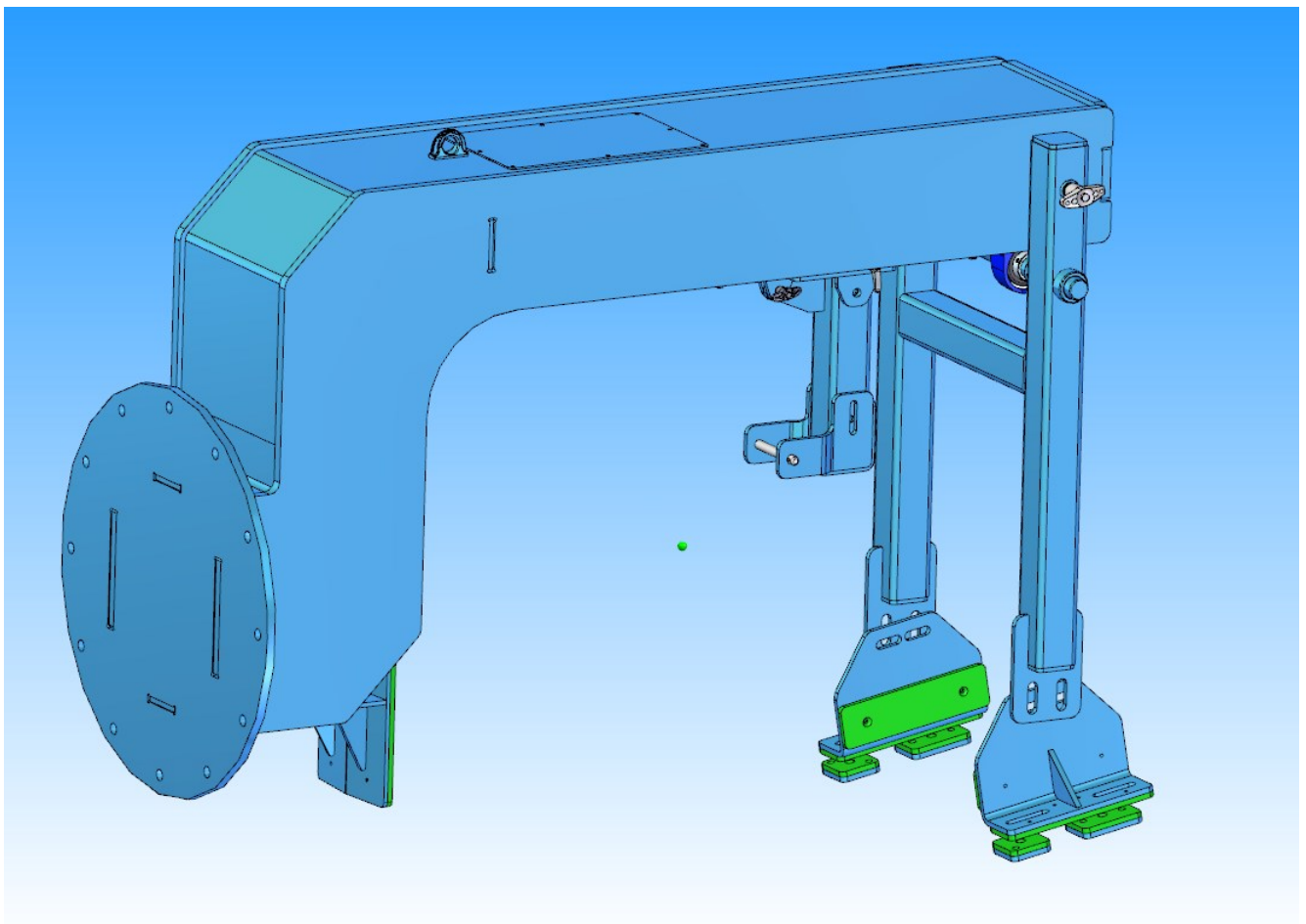
Ohjelmalla tarkasteltiin rungon kestävyyttä, koska se on ainut merkityksellinen osa, jonka täytyy kestää paljon räsitusta kääntötilanteissa. Runkoa on tarkoitus pyörittää ympäri asti, joten sen kestävyyttä täytyi tarkastella pysty- sekä vaaka-asennossa. Kelkan paino toimii

rasittavana tekijänä ja sen painoksi määritettiin suunnittelun alussa 350 kg, joten tällä arvolla lähdettiin tekemään laskentaa. Pahin vääntö ja rasitus tapahtuu luonnollisesti rakenteen päästä, joten sinne kohdistettiin voima ja katsottiin, mitä tapahtuu. Tulokset laskennasta molempiin suuntiin löytyvät liitteestä 2 kuvina, mutta tällä laskennalla rakenne osoitti toimivuutensa.

4 TULOKSET

Työn tavoitteena oli suunnitella kiinnitin, jolla saadaan moottorikelkka kiinnitettyä Jucat Oy:n kappaleenkäsittelylaitteeseen. Työhön kuului kiinnittimen suunnittelu tyhjästä aina valmistuskuvien tekoon asti. Kiinnitin suunniteltiin sillä ajatuksella, että siihen voisi kiinnittää monia eri moottorikelkkamalleja. Rakenteen täytyi myös olla mahdollisimman siro, jotta huoltotyöt olisi mahdollisimman helposti tehtävissä.

Lopputulokseksi saatiin halutunlainen kiinnitin, jonka voi laittaa heti valmistukseen (kuva 26). Alun tavoitteet saavutettiin hyvin, ja laitteen tarkempi viimeistely tapahtuu vasta prototyyppi-vaiheessa. Kiinnitin on siro ja siihen on mahdollista saada kiinni erilaisia moottorikelkkoja. Kiinnittimessä on paljon säädettäviä, liikkuvia ja vaihdettavia osia, joiden avulla saadaan moottorikelkka kiinnitettyä.

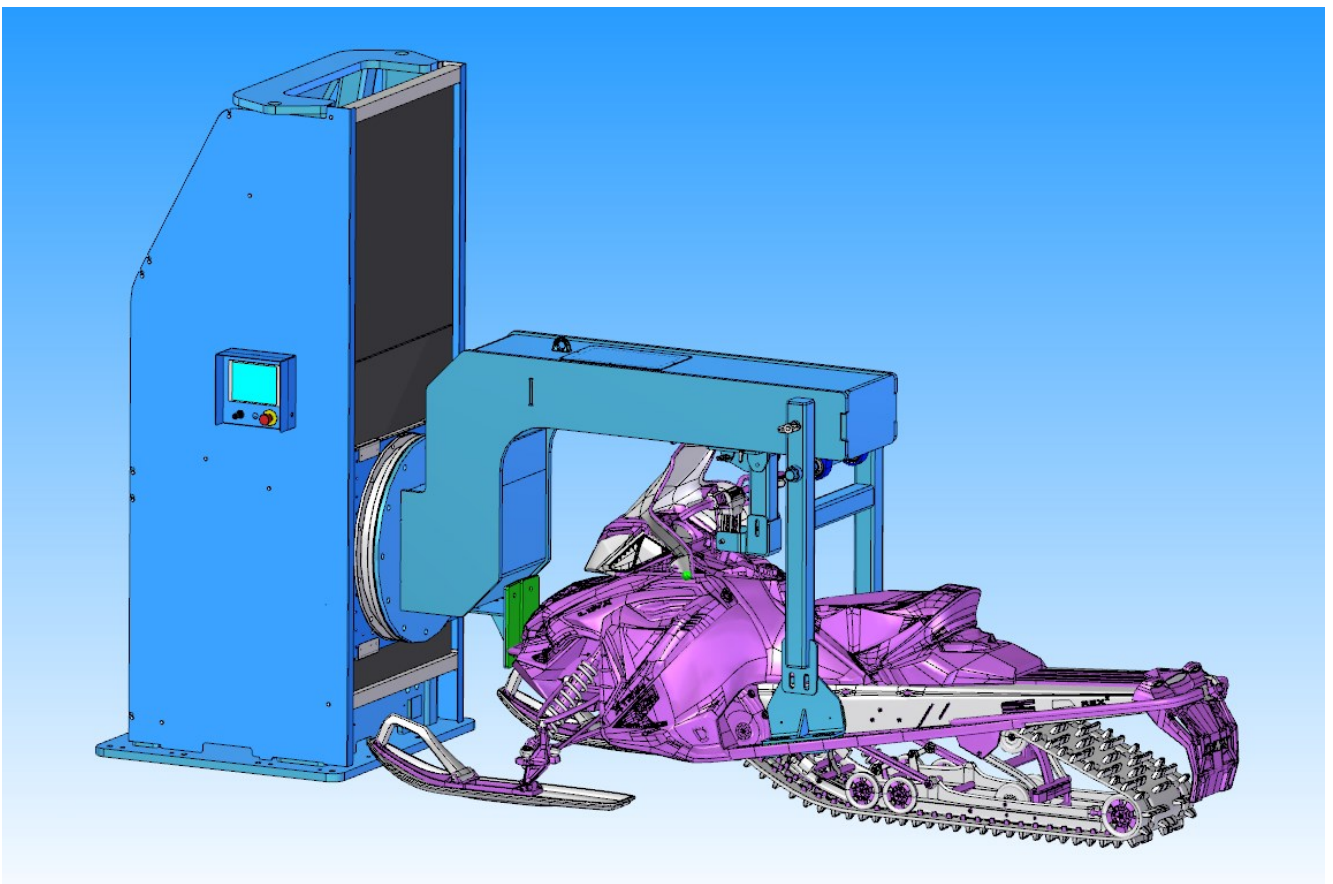


Kuva 26. Suunniteltu kiinnitin

Kiinnittimen rakenteesta tuli kestävä ja sellainen, joka kestää räsitusta hyvin. Rungon lujuustarkastelun jälkeen todettiin, että siinäkään ei tapahdu muodonmuutosta. Rakenteelliset

ratkaisut ovat toimivia, ja kiinnittimen valmistusta on pyritty pitämään silmällä koko suunnittelun ajan. Kiinnitin pysyi myös yksinkertaisena ja sen toiminta on halutunlainen. Aluksi oli ajatuksena, että kelkan ei tarvitse pyörähtää ympäri asti, mutta tällä ratkaisulla sekin on mahdollista näin haluttaessa.

Kiinnitin sovitettiin myös yrityksen omaan kappaleenkäsittelylaitteeseen. Kappaleenkäsittelylaite on iso kiinnittimeen verrattuna, mutta silti sen kokoinen, että se ei haittaa työntekoa. Kappaleenkäsittelylaite ei ole tilassa rajoittava tekijä, koska kiinnitin vaatii eniten tilaa silloin kun kelkkaa pyöritetään (kuva 27).



Kuva 27. Laite kokonaisuudessa

Kun laite oli muuten suunniteltu ja todettu hyväksi, aloitettiin tekemään valmistuskuvia. Kuvien teko oli aikaa vievää puuhaa, koska kuvat täytyi tehdä sellaisiksi, että useat eri tahot ymmärtävät niitä ja tekevät halutut asiat oikein. Osatason kuvia ei ollut kovin paljoa, ja se helpotti työtä huomattavasti. Kokoonpano ja hitsauskuvia taas tuli useampia, koska kiinnitin koostui useista pienemmistä kokoonpanoista. Hitsauskuvissa käytettiin apuna kokeneempaa suunnittelijaa, jonka ohjeistuksella hitsausmerkit saatiin niin, että hitsaukset osattaisiin tehdä kenen tahansa toimesta. Koneistuskuvia tähän työhön ei tullut, ja se helpotti kuvien tekemistä

paljon. Kuvien valmistuttua oli suunnittelu päätöksessään, ja kiinnittimen valmistus mahdollista tilata.

5 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tämän työn tavoitteena oli suunnitella moottorikelkalle kiinnitin kappaleenkäsittelylaitteeseen. Tässä tavoitteessa onnistuttiin ja aikaan saatiin malli, joka on tilausvalmis. Työ aloitettiin tietojen hankinnalla, ja siinä suurena apuna toimi yritykseen tuotu moottorikelkka, josta sai hyvin hahmotettua, minkälaista kiinnitintä ollaan suunnittelemassa. Tämän jälkeen alkoi mittojen ottaminen ja pyörityslaitteen valinnan miettiminen. Tässä kohtaa oli jo monta huomioon otettavaa asiaa, jotka liittyivät tilttimomenttiin, laitteen kokoon, kustannuksiin ja koko kiinnittimen rakenteeseen. Kun oli valittu JCK 1500-laite käytettäväksi, varmistui samalla kiinnittimen rakenne. Kiinnittimestä tuli siis yhdellä käyttöpäällä toimiva, ja se aiheuttaa paljon tilttimomenttia kappaleenkäsittelylaitteelle. Tästä syystä jouduttiin lisäämään koneeseen neljä kappaletta lineaarikelkkoja, joilla varmistetaan koneen kestävyys.

Kiinnittimen suunnittelu aloitettiin rungosta ja sen muotoilusta. Alusta alkaen täytyi runko tehdä niin, että sen ympärille jää mahdollisimman paljon tilaa, jolloin työskentely moottorikelkan ympärillä onnistuu helposti. Rungon ei tarvitse kestää suuria voimia, mutta koska haluttiin painopiste oikeaan paikkaan, täytyi rungon ainepaksuudet suunnitella sen mukaan. Painopisteen paikka Solid Edge-ohjelman mukaan löytyy liitteestä 1. Runkoon lisättiin myös vahvikelevy, jolla estetään kiertymistä ja näin myös lisätään kestävyyttä. Lopuksi vielä lisäyksenä tuli kasaamista helpottavat kolot, sekä nostolenkki.

Kun rungon muotoilu oli saatu pitkälle, oli mahdollista suunnitella kiinnittimiä, joilla moottorikelkka kiinnitetään runkoon. Näiden kiinnittimien haluttiin olevan kääntyviä, koska niillä helpotetaan käyttöä. Ensin mietittiin piste pääkiinnitykselle, jolle loogisin paikka oli astinlaudassa. Eri kelkoissa on erilaisia rei'ityksiä, jonka takia kiinnittimeen täytyi tehdä pitkät reiät, joilla mahdollistetaan kiinnitys useampaan eri rei'itysmuotoon. Kaikki moottorikelkkaan koskevat pinnat haluttiin myös pehmustaa PE 1000 muovilla, joka estää pintojen turhan naarmuuntumisen. Pääkiinnittimen rakenteesta tuli yksinkertainen putkirunko, joka on mahdollista kääntää pois edestä tarvittaessa.

Kun pääkiinnitin oli valmis, tarvittiin toinen kiinnitin, joka tukisi moottorikelkkaa. Tukikiinnitin päädyttiin laittamaan ohjaustangossa olevaan poikittaiseen putkeen. Tästä kohdasta varmistetaan se, että kelkka pysyisi tasapainossa ja olisi tukevasti kiinni huoltoja tehtäessä. Tukikiinnitin tuli myös kääntyväksi, ja siihen tehtiin lineaarikiskoilla ja kelkoilla pitkä säätövara, jotta mahdollistetaan eri kelkkojen sopivuus. Myös ylös- ja alaspäin tuli säätövaraa, joka

mahdollistaa kiinnitettävien kelkkojen korkeuserot. Viimeisin suunnittelun kohde oli kohdistin, jolla varmistetaan kelkan oikea paikoitus pituussuunnassa. Kohdistimesta tuli myös syvyys-suunnassa säädettävä sekä irrotettava, koska se ei ole välttämätön kiinnittimen toimivuuden kannalta. Tällä kohdistimella helpotetaan kelkan tuontia kiinnittimeen, ja se toimii parhaiten, jos tehdään useampi samanlainen moottorikelkka peräkkäin, jolloin säätöihin ei tarvitse paljoa koskea.

Kun suunnitelmat olivat valmiina, täytyi rungolle tehdä lujuustarkastelua pahimpien tilanteiden varalta. Tarkastelu tehtiin NX-ohjelmistolla kahteen eri suuntaan, suoraan alas ja 90 asteen kulmassa. Rasittavaksi voimaksi valittiin kelkan paino plus varmuus eli 350 kg. Tulokset olivat hyvät, ja rakenne todettiin kestäväksi ja toimivaksi. Liitteessä 2 on kuvina tulokset lujuustarkastelusta molempiin suuntiin, ja myös taipuminen, rasitukset ja kiinnitys selviää niistä. Tämän jälkeen alkoi valmistus- ja hitsauskuvien teko. Näiden kuvien tekoon on yrityksellä selvät periaatteet, joten niitä noudattamalla tehtiin valmistuskuvat. Hitsauskuvat tehtiin sellaisiksi, että ne ymmärrettäisiin tarvittaessa yrityksen ulkopuolellakin.

Lopputulokseksi tuli kiinnitin, jonka pystyy laittamaan tilaukseen ja jatkaa kehittämistä prototyypivaiheessa. Kiinnittimen suunnittelu sai myös hyväksynnän yrityksen johtajalta, joka arvioi suunnitteluvaiheessa kiinnittimen toimivaksi. Tämän tyylisissä suunnitteluissa joudutaan usein tekemään muutoksia kiinnittimen toimintaan vielä käytännössä. Tästä syystä tässä suositettiin vaihdettavia ja irrotettavia osia, joten kiinnittimen muokkaus pitäisi tarvittaessa onnistua helposti.

Työn ehdottomasti suurin haaste oli se, että aluksi ei ollut moottorikelkan CAD-mallia, ja kun sellainen löytyi, se ei ollut identtinen sen moottorikelkan kanssa, josta lähtömitat oli otettu. Toinen suuri haaste oli useiden moottorikelkkamallien sovittaminen yhteen kiinnittimeen. Moottorikelkkamalleja on todella paljon, ja tästä syystä eroja on valtavasti, joten täysin varmaa tietoa oli vaikea saada esim. kiinnityskohtiin liittyen. Tässä onneksi helpotti se, että yrityksen johtajalla ja hänen pojallaan oli paljon kokemusta moottorikelkoista ja niiden huollosta. He pystyivät hyvin arvioimaan eri ratkaisujen toimivuutta. Heidän kanssaan myös yhdessä päätettiin useampi asia niin, että jos jokin malli ei sovi kiinnittimeen, se hyväksytään ja tehdään tarvittavat muutokset. Työssä oli myös vaikeaa se, että koska tällaista kiinnitintä ei ollut olemassa, kaikki täytyi suunnitella alusta asti. Toki tämä on tyypillistä suunnittelutehtävissä. Työ eteni järjestelmällisesti ja järkevästi alusta asti, toki muutamat asiat täytyi miettiä

uudestaan ja parannella matkan varrella. Tulevaisuudessa on mielenkiintoista nähdä, joutuuko kiinnittimelle tekemään monia parannuksia prototyyppivaiheessa ja onko idea ylipäättään toimiva.

LÄHTEET

Ajoneuvolaki 82/2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2021/20210082>

BRP Lynx. (i.a.). Mallit. <https://www.brplynx.com/fi/fi/mallit/edelliset-mallivuo-det/2022/rave.html>

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I., & Miettinen, A. (2009). Teollisuustalous (6. p.). Infacs.

Hum3D. (i.a.). Models. ATV. BRP. Lynx Xtrim SC 900. <https://hum3d.com/>

Jokinen, T. (2001). Tuotekehitys (6. korj. p.). Otatieto.

Jucat. (i.a.). Yritys. <https://jucat.fi/fi/yritys/>

Lynx Rave RS. (2022). Käyttäjän käsikirja Sisältää turvallisuutta, käyttöä ja huoltoa koskevia tietoja (619900999_FI). <https://www.operatorsguides.brp.com/public/tmp/619900999-LMO22-FI-WEB.pdf>

Naumanen Motors. (i.a.). Moottorikelkan ostajan opas. <https://www.motornaumanen.fi/page/3/moottorikelkan-ostajan-opas>

Suomen Ergonomiayhdistys. (2019). Mitä ergonomia on?. <https://www.ergonomiayhdistys.fi/ergonomia/mita-ergonomia-on/>

Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., & Yang, M. C. (2020). Product design and development (7.p.). McGraw-Hill Education.

LIITTEET

Liite 1. Moottorikelkan painopiste

Liite 2. Lujuuslaskennan tulokset