

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Konetekniikan koulutus

Taru Sormunen

STARTTITELINE VAMMAISRATAMOOTTORIPYÖRÄILIJÄN RA-
TAMOOTTORIPYÖRÄÄN

Opinnäytetyö
Toukokuu 2019



OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2019
Konetekniikan koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä(t)
Taru Sormunen

Nimeke
Starttiteline vammaisratamoottoripyöräilijän ratamoottoripyörään

Toimeksiantaja
KuljuRacing

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella strattiteline vammaisratamoottoripyöräilijän ratamoottoripyörään. Starttitelineen tarkoitus on pitää moottoripyörä pystyssä lähtörudussa, sillä kuljettaja ei itse pysty alaraajahalvauksen vuoksi. Lähdön jälkeen telineen on noustava automaattisesti ylös ja mahdollista kokonaan moottoripyörän kanteiden rajamalle alueelle. Starttiteline suunniteltiin kiinteänä osana moottoripyörään ja sen tuli täyttää kilpamoottoripyöriin kohdistuvat säännöt ja turvallisuusvaatimukset. Opinnäytetyö toteutettiin yhteistyössä ratamoottoripyöräilijä Ulla Kuljun kanssa, ja siihen sisältyi telineen konseptisuunnittelu ja lopputuloksena 3D-malli telineestä.

Kieli
suomi

Sivuja 40
Liitteet 1
Liitesivumäärä 1

Asiasanat

konseptisuunnittelu, TRIZ, ratamoottoripyöräily



THESIS
May 2019
Degree Programme in Mechanical Engineering

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author (s)
Taru Sormunen

Title
Start Stand for a Racing Motorcycle of a Disabled Motorcycle Racer

Commissioned by
KuljuRacing

Abstract

The objective of this thesis was to design a start stand for a racing motorcycle of a disabled motorcycle racer. The function of the start stand is to keep the bike upright in the starting grid since the rider is unable to do it herself due to paraplegia. After the start, the stand has to come up automatically and fit fully inside pre-determined dimensions. The start stand was designed as a fixed part of the motorcycle and it had to fulfil the competition regulations and safety requirements. The thesis was carried out together with a road racer Ulla Kulju and it included conceptual design and a 3D model as a result.

Language
Finnish

Pages 40
Appendices 1
Pages of Appendices 1

Keywords

conceptual design, TRIZ, road racing

Sisältö

1	Johdanto	5
1.1	Opinnäytetyön taustaa	5
1.2	Työn tavoitteet ja rajaus	5
2	Tuotekehitystoiminta	6
2.1	Tuotekehitysprojekti	6
2.2	Konseptisuunnittelu	7
2.3	Ideointi ja luonnostelu	8
2.4	Systeemisuunnittelu	9
2.5	Detalji-suunnittelu	9
3	TRIZ-menetelmä	10
3.1	Johdatus TRIZ-menetelmään	10
3.2	Ristiriita	11
3.3	Resurssit	12
3.4	Ideaaliratkaisu	12
3.5	TRIZ-työkalut	13
4	Vammaisratamoottoripyöräily	13
4.1	Seisontatuki moottoripyörässä	13
4.2	Ratamoottoripyöräily	14
4.3	Kilpailusäännöt	15
5	Tehtävän asettelu	15
5.1	Vaatimuslista	16
5.2	Sijainti moottoripyörässä	17
6	Suunnittelu	19
6.1	Ideointi	19
6.1.1	Ristiriita ja resurssit	19
6.1.2	Neljäkymmentä innovatiivista periaatetta	21
6.1.3	Effects Database	24
6.2	Luonnostelu ja mallinnus	25
6.2.1	Mekanismit ja rakenne	25
6.2.2	Nivelet	30
6.2.3	Kulmansäätö	33
6.2.4	Pyörät	35
6.2.5	Lukituksen vapautus	36
7	Yhteenveto	37
8	Pohdinta	39
	Lähteet	40

Liitteet

Liite 1 Ristiriita-matriisi

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön taustaa

Opinnäytetyön idea lähti KuljuRacing Oy:ltä. Yrityksen perustaja ja vammaisrata-moottoripyöräilijä Ulla Kulju halusi ratamoottoripyöräänsä starttitelineen, ja antoi aiheen käytettäväksi tätä opinnäytetyötä varten. Starttiteline on tarpeellinen, sillä kuljettaja ei pysty itse pitämään pyörää pystyssä lähtöruudussa alaraajahalvauksen vuoksi. Hän tarvitsee lähettäjän pitämään pyörää lähdön ajaksi. Tämän vuoksi kuljettaja joutuu aloittamaan kilpailun aina viimeisestä lähtöruudusta. Starttitelineen tarkoitus on pitää moottoripyörä pystyssä lähtöruudussa ilman avustajaa. Tällöin kuljettaja voi aloittaa kilpailun aika-ajojen sijoituksen mukaisesti.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Opinnäytetyöhön sisältyy starttitelineen konseptisuunnittelu. Tavoitteena oli suunnitella starttiteline Honda CBR600RR -ratamoottoripyörään. Telineen oli noudatettava kilpailemiseen liittyviä sääntöjä sekä asiakkaan vaatimuksia. KuljuRacingin moottoripyörän tulee noudattaa FIM Supersport 600cc -sääntöjä ottaen kuitenkin huomioon muutokset, jotka ovat sallittuja vammaisratamoottoripyöräilijöiden kilpapyörissä. Turvallisuus on otettava huomioon erittäin tarkasti, joten tuotteen käyttövarmuuden on oltava korkea. Koska prototyyppiä ei valmistettu eikä tuotetta täten testattu, opinnäytetyössä esitettävä malli ei ole sellaisenaan valmistettavissa oleva. Tuotteen viimeinen versio vaatii useamman prototyypin rakentamista ja testaamista. Sitä suunnitellessa apuna oli 3D-malli moottoripyörän pohjasta. Mitat ovat epätarkkoja, jonka vuoksi muun muassa valmistuspiirustuksia ei ole esitetty. Tässä opinnäytetyössä esitetään ratkaisuehdotus, joka kuvaa käytettävissä olevaan tilaan suunniteltua muotoa ja mekanismeja. Myös suuntaa antavat päämitat on esitetty. 3D- tulostettavat osat valmistetaan Ulla Kuljun sponsorin toimesta, mihin kuuluu myös lujuuslaskentapalvelut, joten lujuus-analyysi ei myöskään sisälly tähän opinnäytetyöhön.

Opinnäytetyön lopputuloksena oli 3D-malli ratamoottoripyörään suunnitellusta starttitelineestä, joka täyttää asiakkaan vaatimukset ja ratamoottoripyöräilyyn liittyvät kilpailusäännöt.

2 Tuotekehitystoiminta

Tässä luvussa käsitellään tuotekehitystoimintaa. Lähteenä on käytetty Esa Hietikon teosta Tuotekehitystoiminta (2015). Se käsittelee tuotekehitysprosessin vaiheita painottuen yritysten innovaatiotoimintaan. Tämän opinnäytetyön aihe ei perustu yritystoimintaan tai tuotantoon ja on kertaluontoinen toteutus asiakkaan tarpeiden pohjalta eli niin kutsuttu räätälöintiprosessi (Hietikko 2015, 45), joten tässä luvussa käsitellyt aiheet ovat rajattu koskemaan tämän opinnäytetyön kannalta olennaisiin aiheisiin.

2.1 Tuotekehitysprojekti

Tuotekehitystoimintaa voidaan kuvata prosessina, jonka tavoitteena on kehittää täysin uutta tai parantaa jo olemassa olevaa tuotetta. Prosessin sijaan tuotekehitysprojektista voidaan puhua, kun toiminta on selkeästi projektimainen eli sillä on tavoite, resurssit ja aikataulu. Tuotekehityksessä käytettävä Ulrich-Eppingerin prosessimalli sisältää seuraavat vaiheet:

- **tuoteohjelman suunnittelu**; asetetaan tavoitteet ja reunaehdot
- **konseptisuunnittelu**; asiakastarpeen selvitys, ideointi ja luonnostelu, evaluointi ja valinta jatkokehitykseen
- **systemisuunnittelu**; valitun mallin arkkitehtuuri, tuoterakenne ja modulointi
- **detaljisuunnittelu**; osien ja kokoonpanon lopullinen muoto, materiaali ja valmistusvaiheet
- **testaus**; prototyyppi

- **tuotannon käynnistäminen**; koesarja, jonka avulla testataan tuotantoa. (Hietikko 2015, 45-48.)

Tuotekehitysprojektin toteuttamiseen kuuluvat olennaisesti myös aikataulutusta ja riskien arviointi. Aikataulua varten on hyvä määrätä ennalta etappeja, että voidaan pysyä ajan tasalla projektin etenemisestä. Riskiarviointiin kuuluvat riskien tunnistaminen, arviointi ja toimenpiteiden suunnittelu riskien toteutumisen varalta. (Hietikko 2015, 56-57.)

2.2 Konseptisuunnittelu

Konseptisuunnittelun lähtökohtana on asiakastarpeen tunnistaminen. Asiakastarpeen tunnistamiseen voidaan käyttää erilaisia työkaluja, jotta saadaan poimitua tuotekehitykselle olennainen informaatio. Tällaisia työkaluja ovat muun muassa asiakkaan haastattelut ja tarkkailu, kun tuotetta käytetään. Asiakastarpeen määrittely voidaan jakaa kuuteen vaiheeseen:

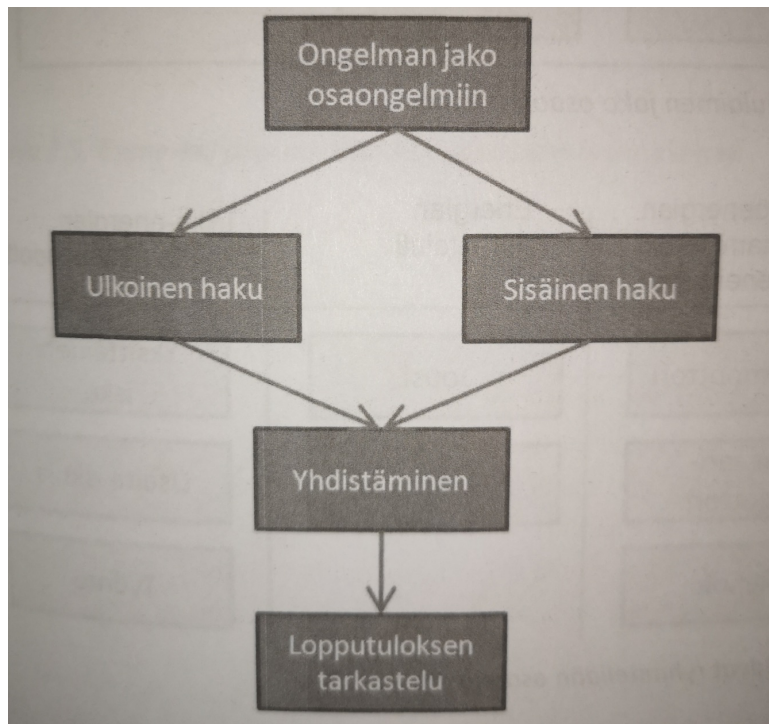
- selvityksen laajuuden määrittely ja tavoitteen asettaminen
- raakadatan keruu
- raakadatan käsittely
- tarpeiden järjestely primäärisiin ja sekundäärisiin tarpeisiin
- tarpeiden relatiivisen merkittävyyden määrittäminen
- tulosten ja prosessin onnistuneisuuden pohdinta. (Hietikko 2015, 61-63.)

Tarvelauseiden laatiminen haastattelujen pohjalta selvittää varsinaiset asiakastarpeet. Ne muodostetaan asiakkaiden lausunnoista. Tarvelauseet määrittelevät ne ominaisuudet, joita tuotteelta toivotaan. (Hietikko 2015, 65 - 67.) Esimerkiksi asiakkaan lausunto voi olla, että tuotteen akku joutuu lataamaan kesken käytön. Tällöin tarvelause olisi: ”Akku on riittävän kestävä käytössä.” Tarvelauseiden laatimisen jälkeen ne arvioidaan asiakassegmentin näkökulmasta esimerkiksi asteikolla 1 - 5 merkittävyytensä perusteella (Hietikko 2015, 67).

2.3 Ideointi ja luonnostelu

Ideointi lähtee luovuustekniikoista, joiden tarkoituksena on irrottaa ongelmanratkaisu normaaleista olettamuksista. Luovuustekniikoiden avulla perinteisten ratkaisujen sijaan tavoitellaan uusia näkökulmia ja oivalluksia. Käytännönläheisessä luovassa ongelmanratkaisussa yhdistetään tietoja ja asioita siten, että löydetään uusia ja perinteisistä poikkeavia ratkaisuja. Ennakkoluulottomuus on tärkeä ominaisuus luovalle ilmapiirille. (Hietikko 2015, 93 - 95.) Luovuuteen ja ideoinnin avuksi on kehitetty esimerkiksi TRIZ-menetelmä. Se esitellään seuraavassa luvussa.

Luonnosteluvaiheessa ideoinnin tuloksia jalostetaan alustaviksi malleiksi. Luonnoksia voidaan hyödyntää ideoiden arvioinnissa ja vaihtoehtojen vertailussa. Ne voivat olla käsin piirrettyjä tai tietokoneella mallinnettuja. Ulrich-Eppinger -mallin (Kuvio 1) mukaisesti ongelman jakaminen pienempiin osiin edesauttaa luonnosteluprosessia. Ratkaisuja voidaan hakea sisäisesti ja ulkoisesti. Sisäisellä haulla tarkoitetaan kaikkia luovia menetelmiä. Ulkoisessa haussa haetaan kaikkea saatavilla olevaa informaatiota. Kaikki hankittu informaatio ja ideat tuodaan yhteen, jolloin saadaan vaihtoehtoja alkuperäisen ongelman ratkaisuun. Lopputulosten laatu täytyy arvioida, jotta voidaan siirtyä prosessissa eteenpäin. (Hietikko 2015, 101 - 103.)



Kuvio 1. Luonnosten generointiprosessi (Kuvio: Esa Hietikko).

2.4 Systemisuunnittelu

Systemisuunnitteluvaiheessa muodostuu tuotteen arkkitehtuuri. ”Tuotteen arkkitehtuurilla tarkoitetaan sen toiminnallisten osakokonaisuuksien jakamista fyysisiin moduuleihin, joista muodostuu tuotteen tai tuoteperheen kokoonpano.” (Hietikko 2015, 119.) Tarkoituksena on saavuttaa tuoterakenne, joka voidaan viedä detaljisuunnitteluun. Tuote voidaan edelleen jakaa pienempiin osiin kuten luonnosteluvaiheessa. Erona näiden vaiheiden välillä on, että nyt jaetuille osille eli moduuleille on jo löydetty ratkaisumallit. Moduuleihin jako perustuu tuotteen eri osien toimintoihin. Moduulien suunnitteluun on käytössä erilaisia menetelmiä, esimerkiksi MFD (Modular Function Deployment). Modulointi on olennainen tuotteen varioitavuuden kannalta. (Hietikko 2015, 119 - 122.)

2.5 Detaljisuunnittelu

Detaljisuunnittelu on viimeinen vaihe ennen prototyypin rakentamista. Detaljisuunnittelussa tuotteen valmistukseen tarvittavat yksityiskohdat muovautuvat.

Tuotteesta tehdään 3D-malli ja tekniset piirustukset, jotka sisältävät seuraavaa informaatiota:

- osien muoto ja mitat
- materiaalit
- valmistusmenetelmät, toleranssit ja pinnanlaadut
- kokoonpanossa käytettävät menetelmät. (Hietikko 2015, 133.)

CAD (Computer Aided Designing) eli tietokoneavusteinen suunnittelu toimii hyvänä suunnittelutyökaluna detaljisuunnitteluvaiheessa. CAD-ohjelmalla voidaan laatia 3D-mallit ja piirustukset. Näiden lisäksi sillä voidaan ajaa simulaatioita ja analyysejä tuotteesta (FEM-laskenta), joista selviää esimerkiksi tuotteen lujuusominaisuuksia. Digitaalisia malleja voidaan hyödyntää myös työstökoneiden työstörotujen laatimiseen ja 3D-tulostamiseen. (Hietikko 2015, 139.)

3 TRIZ-menetelmä

Tässä luvussa käsitellään TRIZ-menetelmä, jota sovelletaan ongelmanratkaisuun opinnäytetyön suunnitteluosiossa. Lähteenä on käytetty Kalevi Rantasen teosta TRIZ-menetelmän hyödyntäminen tuotekehityksen ajatusmallina (2002).

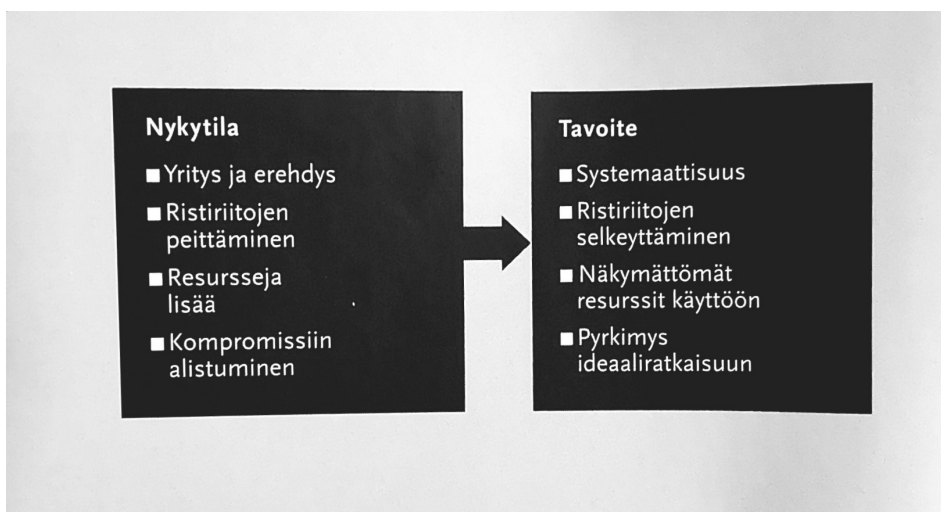
3.1 Johdatus TRIZ-menetelmään

TRIZ on kansainvälinen nimitys teknisen ongelmanratkaisun teorialle. Sen perustaja on Genrih S. Altshuller, ja hänen koulukuntansa on kehittänyt menetelmää noin 50 vuoden ajan. TRIZ on ongelmanratkaisumetodi, joka pyrkii kompromissin sijaan poistamaan ristiriidan. Intuitiivinen, vapaa ideointi (humanistinen malli) ja sen vastapainoksi kehitetyt systemaattiset tuotekehitysohjelmat, kuten VDI 2222, (rationaaliset mallit) törmäävät rajoituksiin, mikä estää aidosti uusien ja innovatiivisten ratkaisujen löytämisen. TRIZin kehittäjät löysivät luovasta työstä ja innovaatioista säännönmukaisuuksia ja kehityslakeja. Tällöin luovasta työstä tulee

toimintaa, joka on opiskeltavissa ja opetettavissa. Menetelmä perustuu viiteen tärkeään käsitteeseen:

- ristiriita
- resurssit
- ideaaliratkaisu
- kehityslait
- innovatiiviset periaatteet. (Rantanen 2002, 10 - 12.)

Näistä kolme ensimmäistä ovat TRIZin kolme keskeistä konseptia (Kuvio 2), jotka käsitellään tässä luvussa. Tuotekehitys alkaa ongelmasta, josta nostetaan esiin ristiriita. Ristiriita pelkistetään ja kärjistetään sen karttamisen sijaan. Saatavilla olevia resursseja etsitään ristiriidan poistamiseksi. Resurssien avulla lähestytään ideaaliratkaisua perinteisen kompromissin sijaan. (Rantanen 2002, 13.) ”Systeemissä syntyy ristiriitoja ja samalla resursseja niiden ratkaisemiseksi. Ristiriitojen ratkeaminen johtaa uuden, ideaalisemman systeemin syntymiseen.” (Rantanen 2002, 21.)



Kuvio 2. Luovan toiminnan uudistaminen (Kuvio: Kalevi Rantanen).

3.2 Ristiriita

Hyville teknisille ratkaisuille on yhteistä ristiriidan ratkeaminen. Ristiriita on konflikti instrumentin ja kohteen välillä. Se syntyy, kun jotain hyödyllistä ominaisuutta parannetaan. Samalla haitalliset ominaisuudet kasvavat, kuten esimerkiksi mitat,

paino ja energian kulutus. Instrumentti on systeemin osa, joka vaikuttaa kohteeseen. Instrumentti on systeemin nopeimmin muuttuva osa ja kohde taas määrittelee rajat, joissa instrumenttia voidaan muuttaa. Ristiriidan löytämiseksi täytyy ongelmasta tunnistaa instrumentti ja kohde. (Rantanen 2002, 27-28, 39-40.)

3.3 Resurssit

Analysoimalla saatavilla olevia resursseja löydetään keinoja ristiriidan poistamiseksi. Resurssit ovat niitä saatavilla olevia aineita ja energiaa, joita ei ole vielä hyödynnetty. Resurssit täytyy osata etsiä ja ne löytyvät systeemin eri tasoista:

- instrumentti
- kohde
- ympäristö
- ylemmän tason systeemi.

Kustakin systeemin tasosta voi olla löydettävissä seuraavia resursseja:

- aine
- muutettu aine
- tyhjä tila
- vuorovaikutus
- muoto
- ominaisuudet. (Rantanen 2002, 29, 67.)

3.4 Ideaaliratkaisu

Ideaaliratkaisuun päästään hyödyntämällä saatavilla olevia resursseja. Ideaaliratkaisu on ratkaisu ilman kompromissia hyödyllisten ja haitallisten ominaisuuksien välillä. (Rantanen 2002, 30 - 31.)

3.5 TRIZ-työkalut

TRIZin ajatus kiteytyy ajatukseen, että tekniikka kehittyy lainmukaisesti, eikä satumalta. TRIZ-työkalujen toimivuus perustuu löydettyihin lainalaisuuksiin ideoinnissa ja tuotekehityksessä. Kalevi Rantasen (2002) teos TRIZ-menetelmän hyödyntäminen tuotekehityksen ajatusmallina esittelee kaksi keskeistä työkalua: kehityslait ja 40 innovatiivista periaatetta. Innovatiivisten periaatteiden avuksi on käytössä Altshullerin matriisi (ristiriita-matriisi). (Rantanen 2002, 93.) Effects Database on tietokanta, jonka avulla voidaan etsiä käyttökelpoisia ideoita ongelmanratkaisuun. Englantilainen TRIZ-menetelmään erikoistunut yritys Oxford Creativity Ltd on kehittänyt nettisivuilleen ohjelman, jolla tätä tietokantaa pääsee käyttämään tehokkaasti. Linkki sivulle löytyy Lähteistä. Käytännön esimerkkejä näistä löytyy luvusta 6 Suunnittelu.

4 Vammaisratamoottoripyöräily

4.1 Seisontatuki moottoripyörässä

Moottoripyöriin on kehitetty erilaisia seisontatukia vammaismoottoripyöräilijöitä varten. Virallista valmistajaa seisontatuille ei ole löydettävissä. Usein harrastajat kehittävät ne itse muiden moottoripyörään tulevien muutosten ohella. Seisontatuki sijoittuu joko takarenkaan molemmin puolin kiinnitettynä pyörän runkoon (Kuva 1) tai pyörän alle keskiseisontatuen paikalle. Seisontatuki liikkuu taakse ja alas sylinterillä tai lineaarimoottorilla, joka saa energiansa moottoripyörän akulta. Kuljettaja pystyy säätämään seisontatuen liikettä ohjaustangossa olevista nappeista.

Myös ratamoottoripyöräilyssä voidaan käyttää katuajossa käytettyjä seisontatukia. Tällöin täytyy huomioida, ettei tuki ole liian ulkoneva. Suurempien kallistuskulmien vuoksi liikaa pyörän sivuille tulevat matalalle sijoittuvat osat voivat osua maahan ajon aikana. Kuitenkin kilpaillessa kilpailusäännöt asettavat rajoituksia, jolloin tällaisia seisontatukea ei voida käyttää ratamoottoripyörässä.



Kuva 1. Seisontatuki takarenkään ympärillä (Kuva: Paralyzed Living).

4.2 Ratamoottoripyöräily

Ratamoottoripyöräily eli road racing on moottoriurheilulaji, jota ajetaan moottoriurheiluradoilla. Sitä voi harrastaa myös katuajoon tarkoitetuilla moottoripyörillä, mutta sitoutuneemmat harrastajat ja kilpailevat kuskit ajavat ratamoottoripyörillä. Ratamoottoripyöräilyssä kilpailtaessa täytyy olla vaatimukset täyttävä kilpapyörä. Lajin säännöt laatii ja ylläpitää kansainvälinen moottoriliitto FIM (Fédération Internationale de Motocyclisme).

Ratamoottoripyörien suorituskykyä ja ajo-ominaisuuksia on paranneltu rataajoon sopiviksi. Lajille tyypillistä on kaarreajo ja pyörän suuret kallistuskulmat. Ratapyöriin tehdään monia muutoksia. Tärkeimpinä ovat muun muassa iskunvaimentimet, renkaat ja jarrut. Kuskin ajo-asentoa säädetään ohjaustangolla ja jalkatapeilla. Näiden lisäksi kilpailusäännöt vaativat monia turvallisuuteen liittyviä muutoksia. (Paaso & Ollikainen 2008, 56, 57.)

4.3 Kilpailusäännöt

Ulla Kulju kilpailee sarjassa nimeltä International Bridgestone Handy Race (IBHR). Se on kansainvälinen vammaisratamoottoripyöräilijöille järjestetty kilpailu. Ratamoottoripyörän tulee noudattaa FIM Supersport 600cc -sääntöjä ottaen kuitenkin huomioon muutokset, jotka ovat sallittuja vammaisratamoottoripyöräilijöiden kilpapyörissä. IBHR -sarjalle ei ole omia kirjattuja sääntöjä, mutta FIM:n lausunto, että vammasta johtuvat muutokset ovat sallittu poikkeuksina. Näitä muutoksia ovat muun muassa nappivaihteet, erilaiset jalkatapit ja käsikäyttöinen takajarru. (Kulju 2019.) Tämän vuoksi FIM Supersport 600cc -säännöistä ei löydy montaa starttitelineettä koskevaa rajoitusta. Huomioon otettavia ovat katteisiin liittyvät säännökset. Pohjakatteen ulkomitat määräävät alueen, jonka sisään starttitelineen mittojen täytyy mahtua.

The fairing has a tolerance of +/-10 mm from the original homologated road fairing, respecting the design and features of the homologated fairing and any articles below. The overall width of the frontal area may be +10 mm maximum. The decision of the SBK Technical Director is final. (FIM 2019.)

Toinen säännös koskien pohjakatteen muotoilua määrää, että katteessa täytyy olla riittävä tilavuus moottorin öljyvuodon varalta. Tämä ei suoraan vaikuta starttitelineen suunnitteluun, mutta on hyvä ottaa huomioon.

The lower fairing has to be constructed to hold, in case of an engine breakdown, at least half of the total oil and engine coolant capacity used in the engine (min. 5 litres). The lower edge of openings in the fairing must be positioned at least 50 mm above the bottom of the fairing. (FIM 2019.)

5 Tehtävän asettelu

Starttitelineen suunnittelu ratamoottoripyörään vaatii tarkkuutta. Tärkeänä tekijänä suunnittelussa on telineen mekanismi ja muotoilu, jotta se mahtuu yläasennossa kokonaan katteiden rajaamalle alueelle. Pyörän alla on erittäin rajallisesti tilaa, mikä asettaa rajoituksia tuotteen koolle ja muotoilulle.

Asiakkaan toivomuksena oli, että teline aiheuttaisi mahdollisimman vähän kuormaa pyörän jo valmiiksi rasitetulle akulle. Telineen täytyy myös pystyä pysymään alhaalla kiihdytyksen alussa, jotta kuljettaja voi nostaa sen ylös, kun on varma, ettei tukea enää tarvita. Joidenkin kilparatojen lähtö on kalteva, jolloin starttitelinetä täytyy voida säätää niin, että pyörä pysyy vaakasuorassa. Radan kaltevuus on maksimissaan noin 5 astetta. Valmistustekniikkana on käytössä muun muassa 3D-tulostus nailonista, jolla pyörään jo aiemmin on valmistettu erittäin kestäviä osia.

5.1 Vaatimuslista

Tämän opinnäytetyön asiakastarve määritettiin haastatteleamalla asiakasta. Tarvelauseiden sijasta laadittiin suoraan vaatimuslista, sillä asiakas pystyi määrittelemään tuotetta koskevat kriteerit riittävällä tarkkuudella. Vaatimuslista muodostui seuraavista vaatimuksista:

- Teline mahtuu kokonaan katteiden rajaamalle alueelle, kun se on yläasennossa.
- Telineen täytyy voida pysyä alhaalla kiihdytyksen alussa.
- Liikkeellelähdön jälkeen kuljettaja voi nostaa telineen ylös ohjaustangossa olevasta napista.
- Telineen lasku voi tapahtua manuaalisesti avustajan toimesta.
- Teline aiheuttaa mahdollisimman vähän kuormitusta pyörän akulle.
- On oltava säätömahdollisuus kaltevaa alustaa varten (5 asteen kulma).
- Teline täyttää turvallisuusvaatimukset.

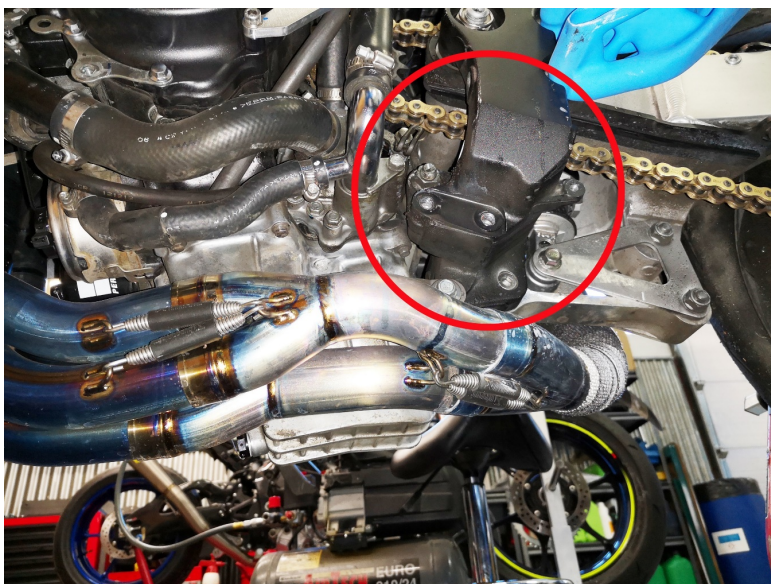
Turvallisuusvaatimuslista muodostuu tekijöistä, jotka voivat aiheuttaa vaaran kuljettajalle tai muille kilpailuun tai harjoittelun aikana. Turvallisuusvaatimuslista muodostuu seuraavista vaatimuksista:

- Toimintavarmuuden on oltava 100 %.
- Ei irtoavia osia.
- Ei ulkoneuvia osia, kun teline on yläasennossa.
- Ei saa aiheuttaa toimintahäiriöitä pyörän muihin osiin.

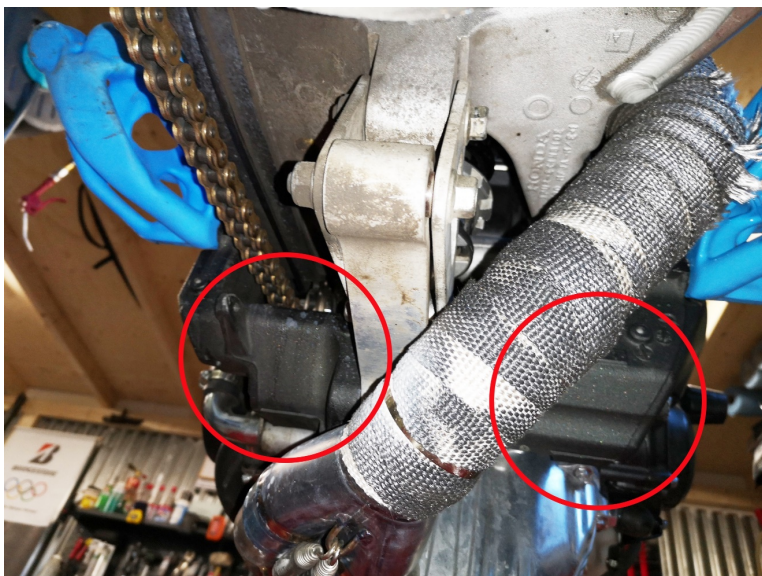
5.2 Sijainti moottoripyörässä

Moottoripyörässä, johon telinettä suunniteltiin, on erittäin vähän tilaa käytössä. Tämä asetti suurimman haasteen suunnitteluun. Pyörän pohjassa löytyy paikka rungosta, johon teline voitiin kiinnittää. Tämän paikan ympärillä on paljon osia, jotka hankaloittivat suunnittelua. Rungon ja pohjakatteen väliin jää iso osa pakoputkea, mikä vähentää käytettävää tilaa kriittisesti. Ympärillä on myös moottorin öljypohja ja takaiskunvaimentimen liitoskohta. Näiden tekijöiden vuoksi symmetrisen rakenteen suunnittelu on haastavaa, sillä vapaa tila ja esteet ovat sijoittuneet epäsymmetrisesti pyörän molemmin puolin.

Kuvassa 2 näkyy ympyröitynä, mihin kohtaan pyörän pohjassa runko tulee. Se on noin 25 cm:n korkeudessa maasta. Kuvassa 3 näkyvät alhaalta päin rungon molemmat puolet, joihin teline voidaan kiinnittää. Samasta kuvasta näkee, kuinka pakoputki vie tilaa epäsymmetrisesti sekä vasemmalta että oikealta. Pohjakatteen ollessa paikallaan (Kuva 4) katteen sisälle jäävä tyhjä tila on hyvin rajallinen.



Kuva 2. Moottoripyörän runko vasemmalla puolella (Kuva: Taru Sormunen).



Kuva 3. Moottoripyörän runko pohjasta (Kuva: Taru Sormunen).



Kuva 4. Pohjakate (Kuva: Taru Sormunen).

6 Suunnittelu

Suunnittelussa työtä lähestyttiin Hietikon (2015) esittelemän Ulrich-Eppingerin prosessimallin mukaisessa järjestyksessä. Ideointiin ja ongelmanratkaisuun sovellettiin TRIZ-menetelmää. Edelliseen lukuun kerätyn asiakastarpeiden selvityksen jälkeen voitiin aloittaa konseptisuunnittelu eli ideointi ja luonnostelu- vaihe. Tämän jälkeen käytiin läpi systeemi- ja detaljisuunnittelu-vaiheet, joissa tuotteen arkkitehtuuri ja lopullinen muoto syntyivät.

6.1 Ideointi

6.1.1 Ristiriita ja resurssit

TRIZ-menetelmän mukaisesti ongelmanratkaisu alkaa ongelman nimeämisestä, minkä jälkeen täytyy löytää instrumentti ja kohde, joissa se ilmenee. Instrumentin ja kohteen systeemistä löytyy ristiriitoja. (Rantanen 2002, 39.) Tämän opinnäytteen aiheesta voidaan ongelmaksi nimetä tilan puute. Starttitelineen täytyy olla täysin katteiden sisällä, kun se on yläasennossa ja tilaa siellä on erittäin rajallisesti. Ala-asennossa telineen taas täytyy olla tarpeeksi leveä tukeakseen pyörää riittävästi. Instrumentiksi voidaan nimetä starttiteline ja kohteeksi moottoripyörä. Ristiriidaksi muodostuu, että starttitelineen täytyy olla samaan aikaan suuri ja pieni.

Ristiriidan määrittämisen jälkeen tarkastellaan saatavilla olevia resursseja. Resurssit löytyvät niin instrumentista ja kohteesta kuin ympäristöstäkin. (Rantanen 2002, 64). Tässä vaiheessa resursseja listatessa täytyy lakata miettimästä niiden käyttömahdollisuuksia ja antaa ajatuksen lentää. Instrumentin resursseja oli hie- man haastavampi kerätä, sillä sitä ei ole vielä olemassa, mutta resurssien hakuun käytettiin katukäyttöön rakennettua seisontatukea. Instrumentin resursseista koottiin seuraava lista:

- pyörät
- laakerit

- pultteja
- tankoa
- sylinterit
- muokattavuus.

Seuraava lista on erittäin rajallisesti koottu kohteen eli moottoripyörän saatavilla olevista resursseista:

- iskunvaimennin, jouset
- ketjut, rattaat
- renkaat, vanteet
- akku
- pakoputki
- runko
- katteet
- pultteja
- tyhjä tila, jne.

Seuraava lista on ympäristön resursseista, ja ympäristönä tässä on käytetty kilparataa ja varikkoa:

- auto, peräkärry/pakettiauto
- varikkotelttä
- pukit
- renkaanlämmittimet
- bensa
- öljy
- työkalut
- ihmiset
- kompressori.

TRIZ-menetelmän mukaan saatavilla olevat resurssit johdattavat ratkaisuun, jossa pystytään hyödyntämään jo olemassa olevaa luomatta lisää resursseja. (Rantanen 2002, 13.) Tämän opinnäytetyön aiheena on suunnitella uusi osa. Kilpapyörissä jokaisella osalla on tärkeä tehtävänsä ja osien määrä ja paino ovat

Tämän opinnäytetyön aiheen nojalla valitaan parannettavaksi ominaisuudeksi liikkuvan objektin ala (Kuvio 4) lisäämättä laitteen monimutkaisuutta (Kuvio 5). Matriisista saadaan luvut 14, 13, 1 (Kuvio 6), joista kukin vastaa jotain innovatiivista periaatetta (Kuvio 7).

1	Weight of moving object
2	Weight of stationary object
3	Length of moving object
4	Length of stationary object
5	Area of moving object
6	Area of stationary object
7	Volume of moving object
8	Volume of stationary object
9	Speed
10	Force (Intensity)

Kuvio 4. Parannettava ominaisuus (Kuvio: Oxford Creativity).

Ease of manufacture	Convenience of Use	Ease of repair	Adaptability or versatility	Device complexity	Difficulty of detecting and measuring	Extent of automation	Productivity
	2	33	34	35	36	37	38

Kuvio 5. Ominaisuus, joka ei saa huonontua (Kuvio: Oxford Creativity).

1 35	1 26	26
15 30	14 1 13	2 36 26 18
15 16	1 18 36	2 35 30 18

Kuvio 6. Ristiriita-matriisin tulos (Kuvio: Oxford Creativity).

Inventive Principles

1	Segmentation
2	Taking Out
3	Local Quality
4	Asymmetry
5	Merging
6	Universality
7	Nested Doll
8	Anti-Weight
9	Prior Counteraction
10	Prior Action
11	Cushion in Advance
12	Equipotentiality
13	The Other Way Round
14	Spheroidality - Curvature
15	Dynamics
16	Partial or Excessive Action

Kuvio 7. Innovatiiviset periaatteet (Kuvio: Oxford Creativity).

Tulokseksi saadut periaatteet löytyvät Oxford Creativity Ltd:n nettisivuilta ja Kalevi Rantasen (2002) teoksesta. Seuraavassa listassa esitellään lyhyesti nämä neljä periaatetta:

- 14: Pallot ja käyrät; käyrät suorien muotojen, kaarevat pinnat tasopintojen, pallomainen kuution ja pyörimisliike lineaarisen sijasta.
- 13: Päinvastoin; järjestä päinvastainen vaikutus.

- 1: Kohteen jakaminen (segmentointi); systeemin jakaminen osiin. (Rantanen 2002, 105 - 107.)

Matriisin tarkoituksena on auttaa periaatteiden löytämistä, mutta periaatteita voi myös lukea läpi. Periaatteet läpikäytyä löytyi vielä muutama käyttökelpoinen:

- 15: Dynamisointi; systeemin jakaminen toisiinsa nähden liikkuviin osiin, jäykän systeemin muuttaminen liikkuvaksi ja mukautuvaksi.
- 7: Sisäkkäin sijoittaminen; systeemin sijoittaminen toisen sisään tai kulkeminen toisen läpi. (Rantanen 2002, 106, 108.)

6.1.3 Effects Database

Effects Databaseen pääsee Oxford Creativity Ltd:n nettisivujen kautta. Toiminnoksi valittiin *laajenna kiinteä aine* (exband solid) aiemmin määriteltyyn ristiriitaan perustuen. Sitten käydään läpi annettuja vaihtoehtoja, joita tässä tapauksessa löytyi 140 kappaletta. Ideoita herättäviä ehdotuksia on kerätty seuraavaan listaan:

- Origami
- Jousi (Spring)
- Vääntäjousi (Torsion Spring)
- Aallotus (Corrugation).

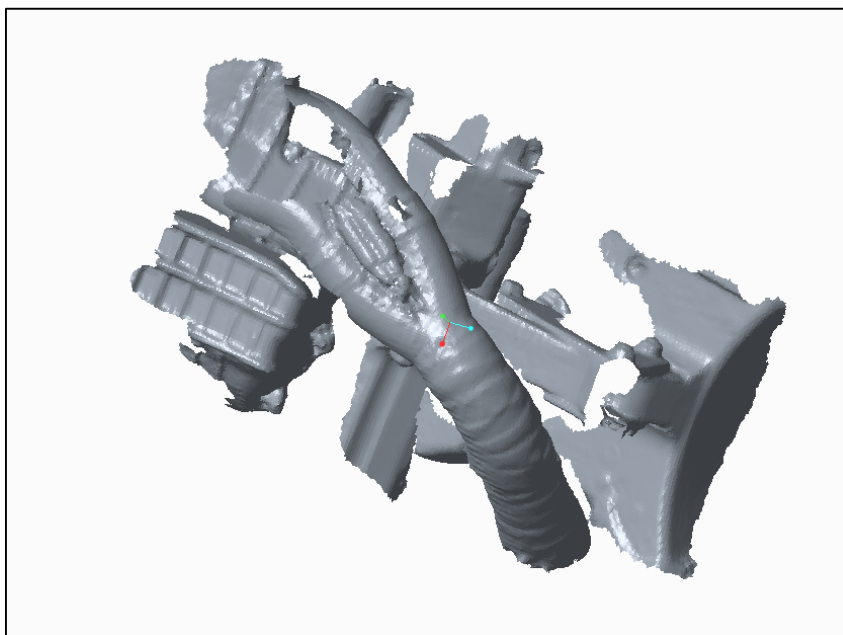
Esijännitetty jousi tai vääntäjousi käyttövoimana ovat toimivia vaihtoehtoja, kun ei haluta kuormittaa akkua tai tehdä rakenteesta liian monimutkaista. Esijännitys voidaan luoda ihmisen toimesta, sillä telineen alas laskeminen tehdään manuaalisesti. Origami ja aallotus herättävät ajatuksia kokoon taittuvista mekanismeista.

TRIZ-menetelmän ongelmanratkaisumetodit ovat melko aikaa vieviä ja työläitä. Menetelmä voi olla hyödyllinen ongelmatilanteessa, josta ei päästä eteenpäin. Tällöin menetelmän voi auttaa löytämään uusia näkökulmia, joita ei ole aiemmin pystynyt näkemään. Jos kuitenkin on jo näkemys siitä, mitä lähdetään viemään eteenpäin, on TRIZ-menetelmää hankala käyttää tässä tukena. Tämän opinnäytetyön ideoinnissa menetelmä ei juuri tuonut uusia ideoita tai näkökulmia.

6.2 Luonnostelu ja mallinnus

Luonnostelussa lähdettiin liikkeelle ajatuksesta, että starttitelineen täytyy olla riittävän leveä tukeakseen pyörää, mutta mahdollista myös pieneen tilaan. Mitä yksinkertaisempia rakenne ja toiminnot ovat, sitä paremmin toimintavarmuus ja turvallisuus saadaan pidettyä hallinnassa. Esijännitetyillä jousilla toimiva kokoon taittuva mekanismi oli suunnittelun lähtökohtana.

Starttitelineen toiminta vaatii vähintään kaksi toimintoa. Samalla, kun teline nousee ylös, on sen myös kavennuttava, jotta se mahtuu pohjakatteen rajaamalle alueelle. Eli sen on pienennettävä molempiin suuntiin yhtä aikaa. Suunnittelussa on apuna 3D- skannerilla kuvattu 3D-malli pyörän pohjasta (Kuva 5).



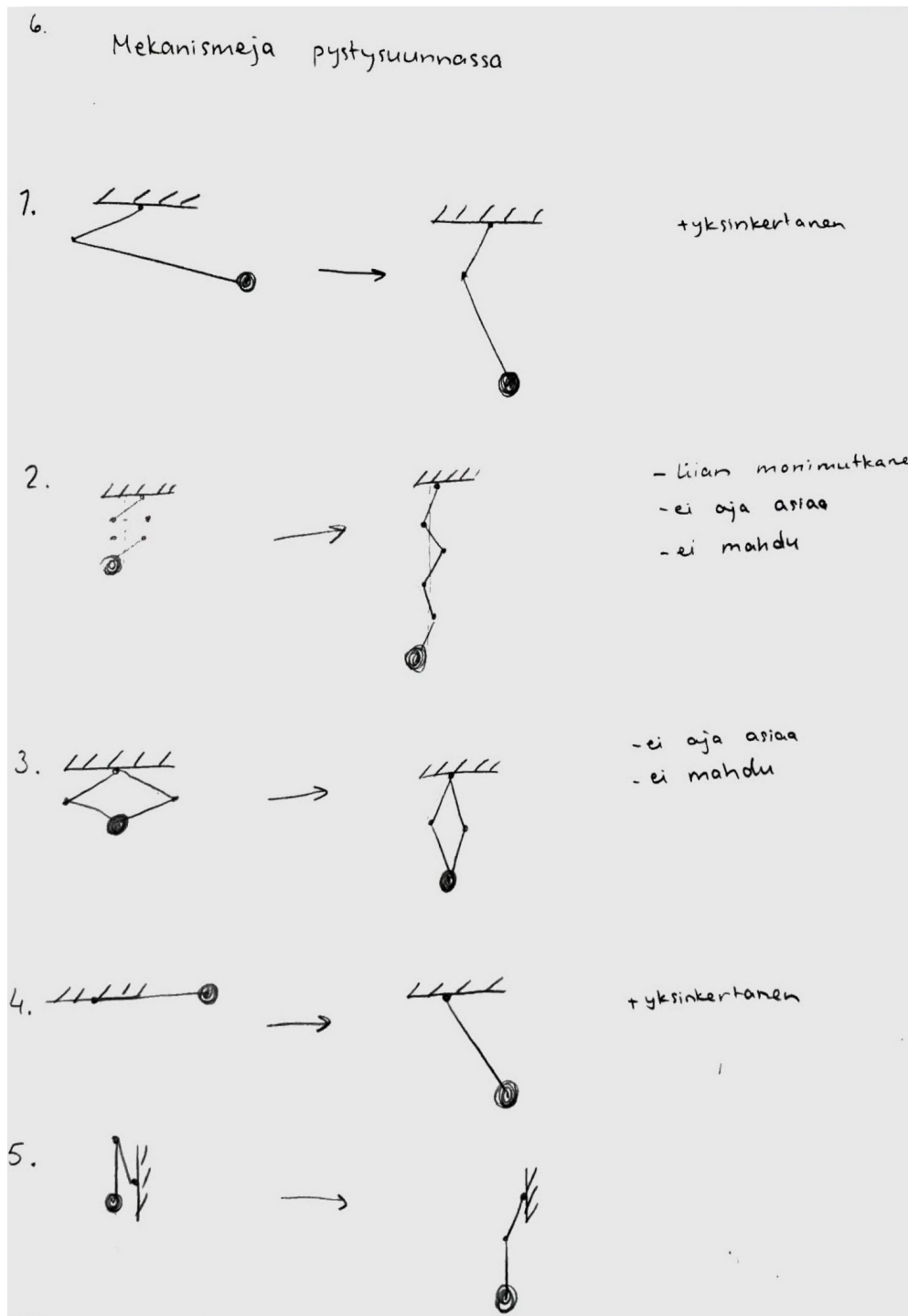
Kuva 5. 3D-skannattu malli moottoripyörän pohjasta (Kuva: Ulla Kulju).

6.2.1 Mekanismit ja rakenne

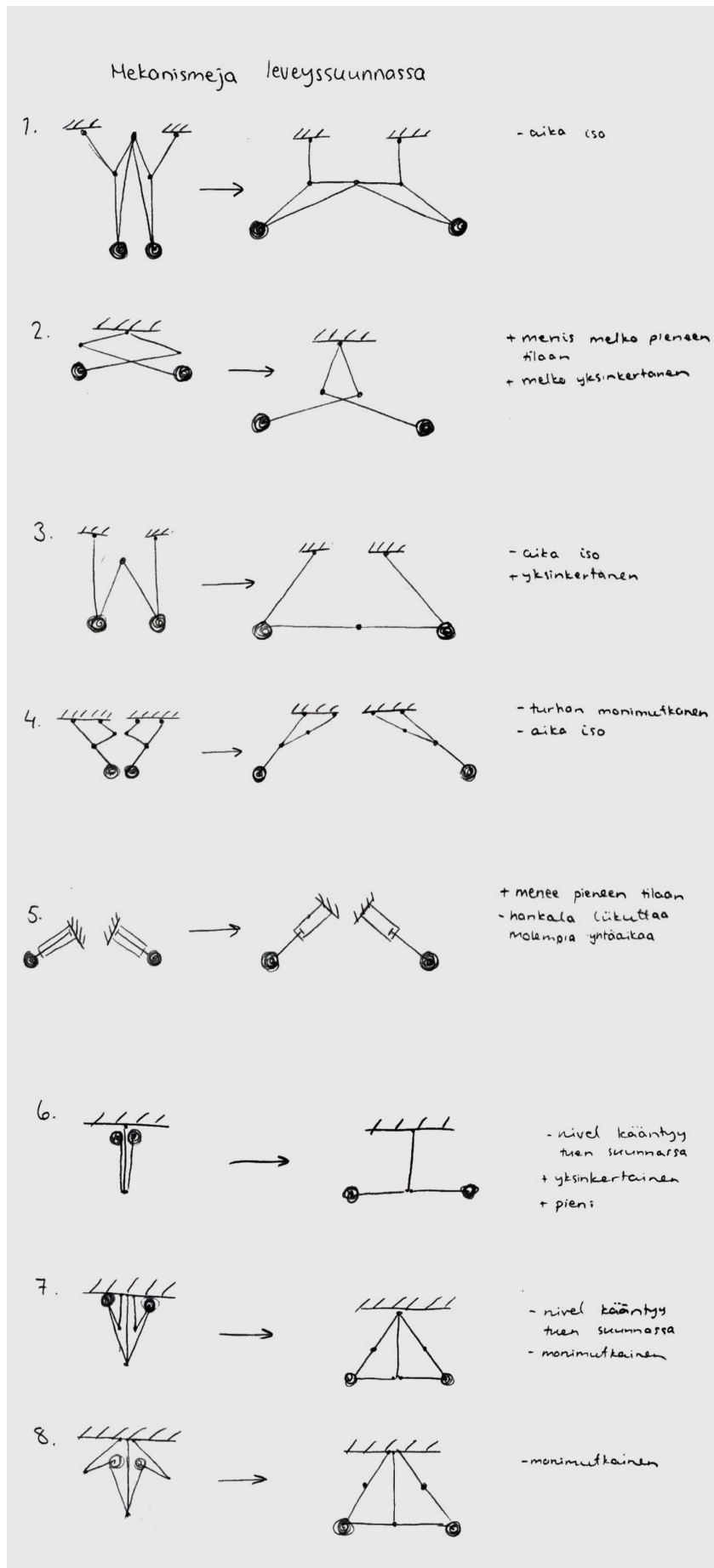
Ensimmäisenä mietittiin erilaisia käyttökelpoisista mekanismeista. Koska starttitelineen on liikuttava leveys- ja pystysuunnassa, mekanismeista tehtiin kaksi listaa. Kuvassa 6 on mekanismeista, jotka liikuttavat pistettä pystysuunnassa. Kuvassa 7 on erilaisia mekanismeista, jotka liikuttavat kahta pistettä kauemmaksi toisistaan leveyssuunnassa. Pienet pisteet kuvaavat niveliä ja isommat pallot kuvaavat pistettä, jonka halutaan liikkuvan pysty- tai vaakasuunnassa. Näistä mekanismeista

valittiin opinnäytetyön tarkoitukseen sopivimmat. Tilanpuute aiheuttaa suurimman ongelman ja sen vuoksi vaihtoehtoista ei montakaan pystytä soveltamaan starttitelineen suunnittelussa. Mekanismin valintaan ratkaisevasti vaikutti se, mikä saadaan mahtumaan sille käytössä olevaan tilaan.

Tätä pohdittiin mekanismiaihioiden avulla ja tuloksena löydettiin mekanismiyhdistelmä, joka saadaan mahtumaan pyörän alle. Pystyliike voidaan toteuttaa numerolla 4 (Kuva 6). Leveyssuunnan liike toteutui numerolla 6 (Kuva 7). Kun telineen mekanismi oli tiedossa, voitiin alkaa suunnitella niveliä ja niiden toimintaa.

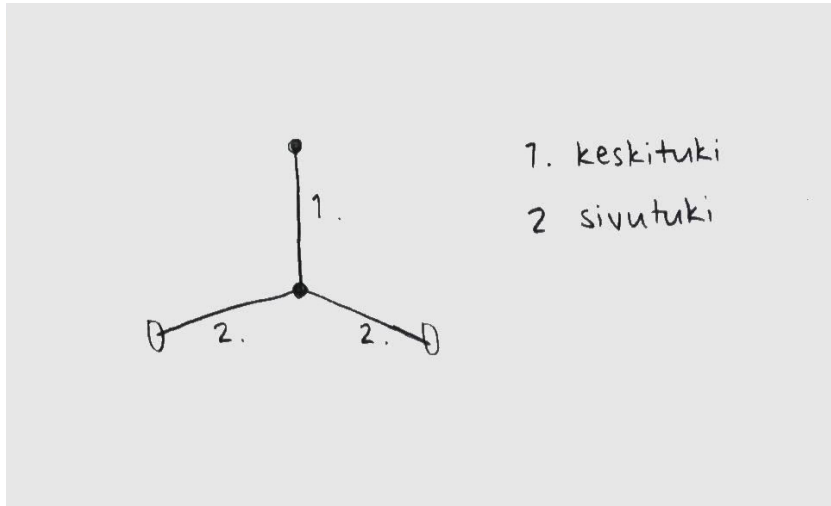


Kuva 6. Mekanismeja pystysuunnassa (Kuva: Taru Sormunen).



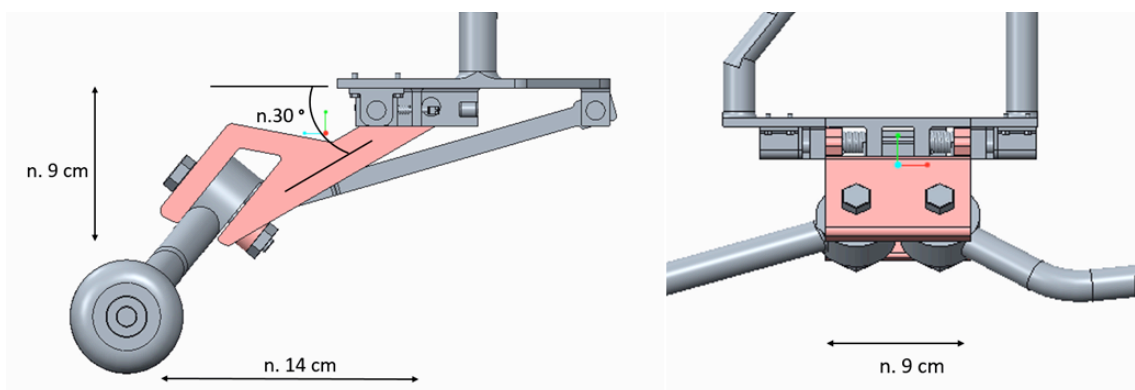
Kuva 7. Mekanismeja leveyssuunnassa (Kuva: Taru Sormunen).

Starttiteline kostuu kolmesta tukijalasta: keskituesta ja kahdesta sivutuesta (Kuva 8). Näiden lisäksi siihen kuuluu kaksi erilaista lukkiutuvaa ja jousipalautteista niveltä, kiinnitys moottoripyörään ja pyörät.



Kuva 8. Starttitelineen rakenteiden nimet (Kuva: Taru Sormunen).

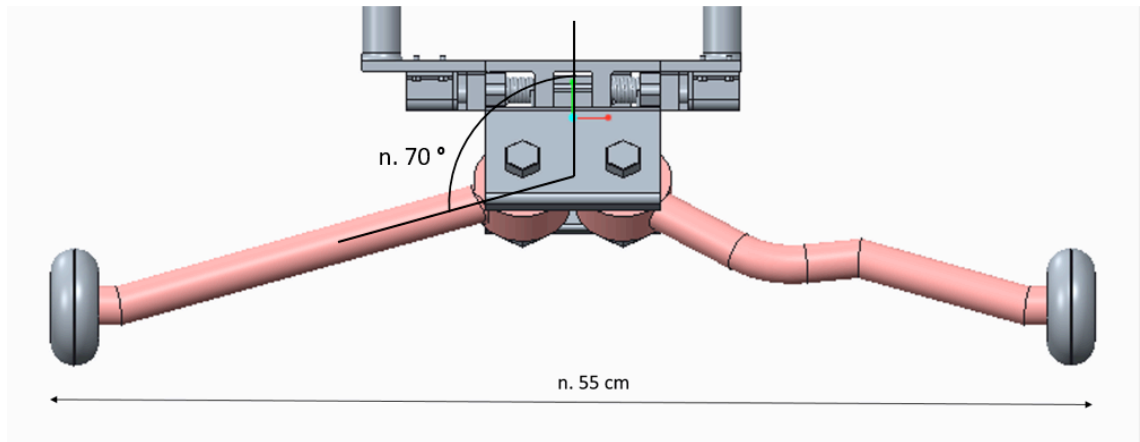
Keskituen (Kuva 9) tehtävä on viedä sivutuet alemmas. Keskituki on muotoiltu niin, että se mahtuu moottoripyörän alle ja siihen saadaan kiinnitettyä sivutuet ja niiden lukitus. Keskituki kääntyy noin 30 astetta alaspäin, johon se lukitaan. Lukitus esitellään tarkemmin luvussa 6.2.2. Luvussa 7 Lopputulos näkyvät keski- ja sivutukien ylä- ja ala-asennot.



Kuva 9. Keskituki sivulta ja edestä (Kuva: Taru Sormunen).

Sivutukien (Kuva 10) tehtävänä on viedä tukipisteet eli pyörät riittävän leveälle moottoripyörän sivuille. Tavoiteltuna leveytenä käytettiin moottoripyörän huoltopukin leveyttä (n. 55 cm), sillä se on käytössä todettu riittäväksi tueksi (Kulju

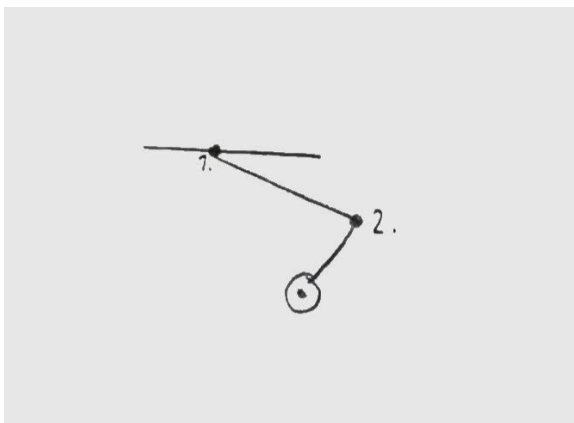
2019). Sivutuet liikkuvat noin 70 asteen kulmaan. Sivutukien muotoilu on epäsymmetrinen johtuen käytössä olevasta tilasta moottoripyörän alla.



Kuva 10. Sivutuet (Kuva: Taru Sormunen).

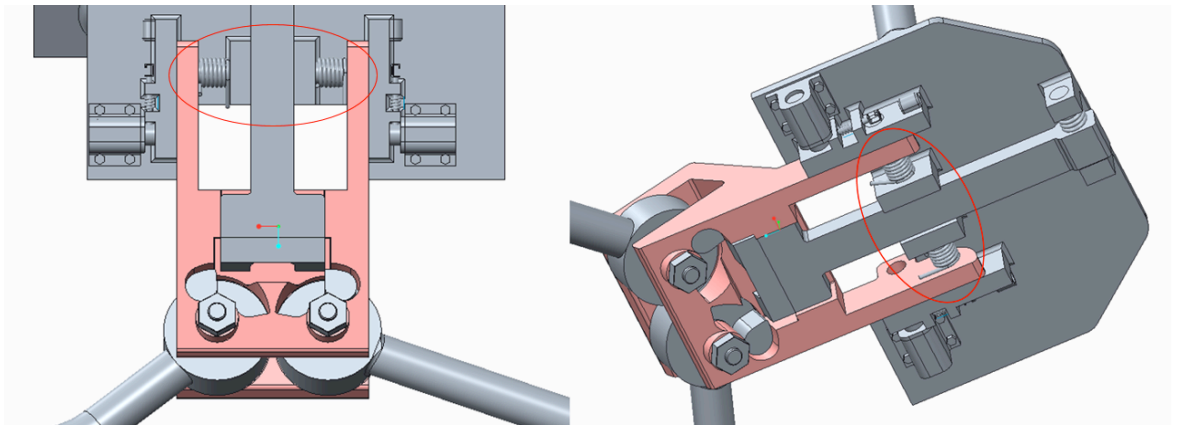
6.2.2 Nivelet

Starttitelineeseen tuli kaksi erilaista niveltä (Kuva 11). Nivelten suunnittelussa täytyi huomioida, että niiden on liikuttava kahden ennalta määrätyn asennon välillä. Kun teline on ala-asennossa, täytyy nivelen lukkiutua. Tästä paluu takaisin yläasentoon on tapahduttava automaattisesti, eli kun lukitus poistuu, paluuliikkeen on tapahduttava itsenäisesti. Kaikkien nivelten palautuminen takaisin yläasentoon suunniteltiin tapahtuvan jousen avulla.

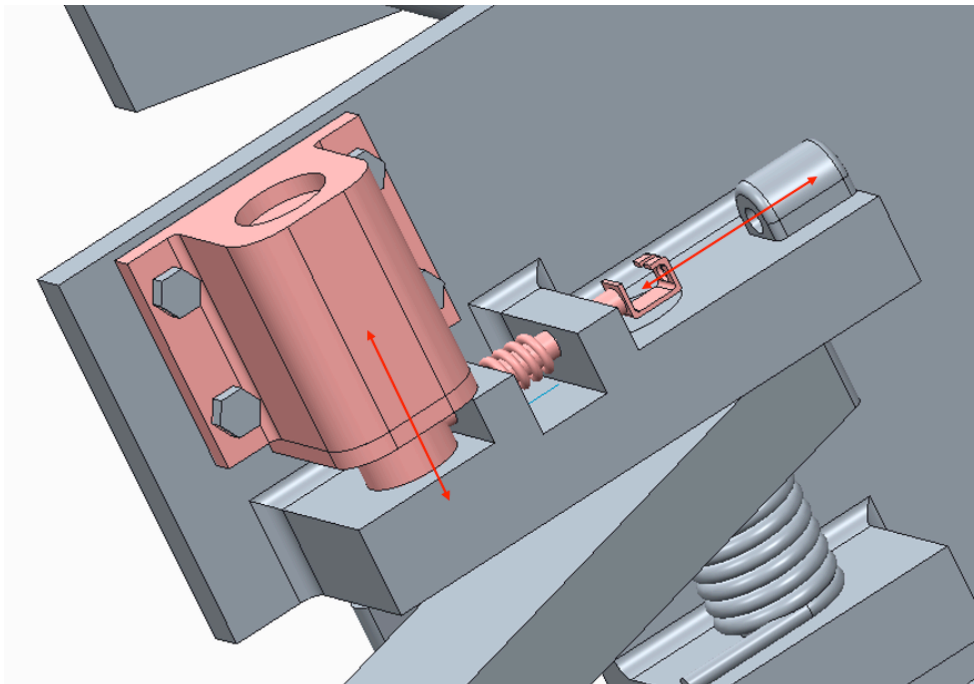


Kuva 11. Nivelet numeroituna (Kuva: Taru Sormunen).

Keskituki liikkuu noin 30 astetta alaspäin ja palautuu takaisin ylös väntöjousien avulla. Nivel on osoitettu punaisella kuvassa 12. Keskituki lukkiutuu sivuilla olevien tappien (Kuva 13) avulla. Lukitus aukeaa, kun vaijerilla vedetään pienempi sokka pois itse lukitustapin kyljestä. Tällöin jousella viritetty tappi liikkuu taaksepäin ja keskituki pääsee nousemaan ylös. Liikeradat on osoitettu punaisella kuvassa 13. Nämä mekanismit ovat keskituen molemmilla puolilla. Kun moottori-pyörä on liikkeellä, kaikki paino kohdistuu sen renkaille, jolloin starttitelineeseen ei kohdistu kuin telineen pyörien pyörimisestä aiheutuvat voimat. Käytettävien jousien mitoittamisessa huomioon otettavia on ainoastaan osien massa. Jousien täytyy olla riittävän vahvoja nostamaan starttiteline ylös.

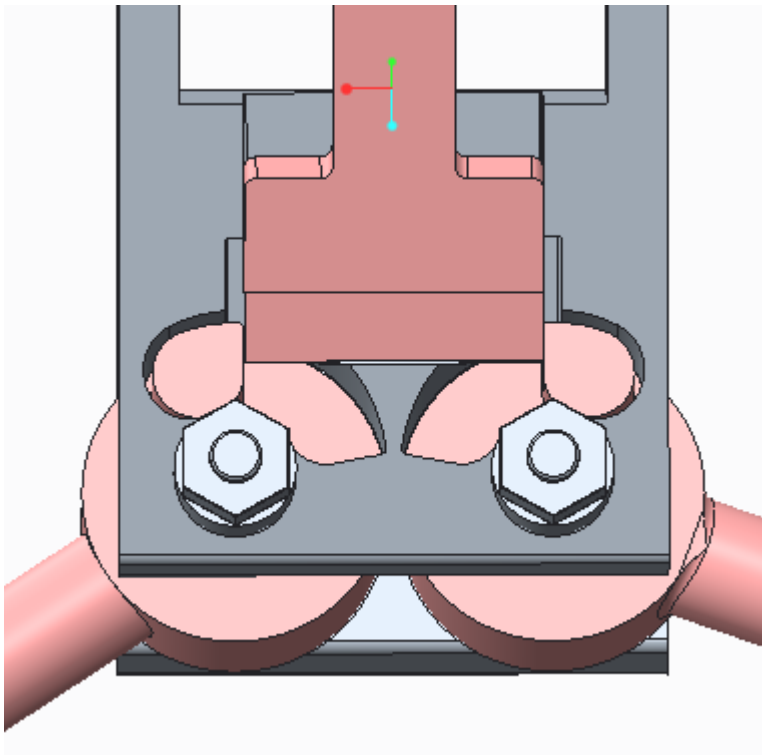


Kuva 12. Keskituen nivel (Kuva: Taru Sormunen).

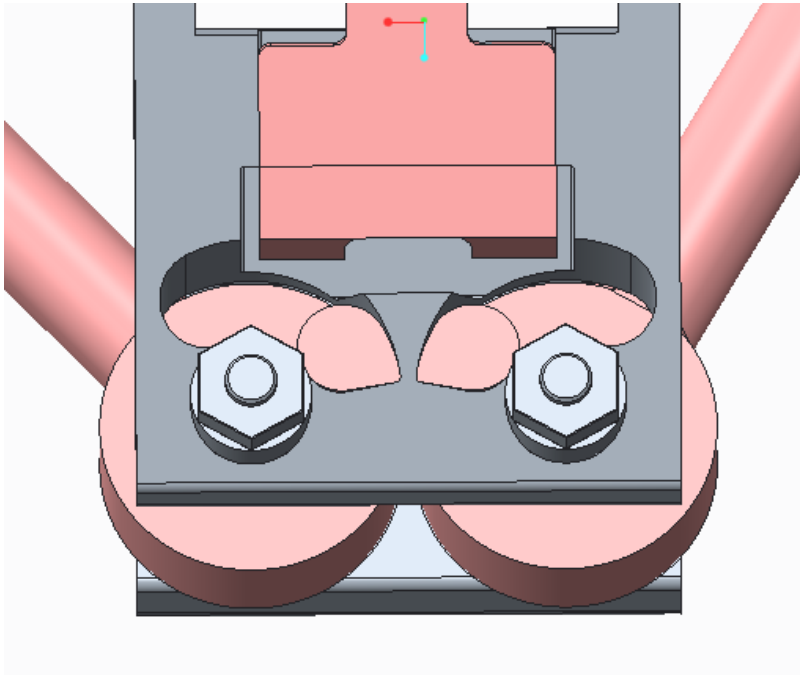


Kuva 13. Keskituen lukitus (Kuva: Taru Sormunen).

Aluksi sivutukiin suunniteltiin niveliä, jotka liikkuisivat yhtä aikaa (esimerkiksi hammaspyörillä), mikä tekisi telineen käyttämisestä yksinkertaisempaa. Mutta koska nivelten on tarvittaessa liikuttava eri kulmiin, ei sivutukien liikettä voida tässä rakenteessa yhdistää. Sivutukia liikuttavien nivelten suunnittelussa täytyi siis ottaa huomioon myös kulman säätö, josta kerrotaan lisää seuraavassa luvussa. Viimeisessä versiossa (Kuva 14 ja 15) sivutuet liikkuvat omilla jousilla. Jousina käytettiin spiraalijousia, jotka sijaitsevat keskituen sisällä sivutukia vasten. Lukitus tapahtuu erillisen varren avulla, joka liikkuu keskituen mukana. Kun keskituen lukitus poistetaan ja se liikkuu ylöspäin, liikkuu myös jousella viritetty lisävarsi keskituen mukana. Tällöin poistuu myös sivutukien lukitus. Sivutuet ovat noin 70 asteen kulmassa ala-asennossa. Molempien nivelten lukituksiin kohdistuu suuria jännityksiä, sillä ne ovat kantavia rakenteita. Tämän vuoksi erityisesti niiden lujuutta on tarkasteltava, jotta rakenteista saadaan riittävän kestävä.



Kuva 14. Sivutukien nivelet ala-asennossa (Kuva: Taru Sormunen).

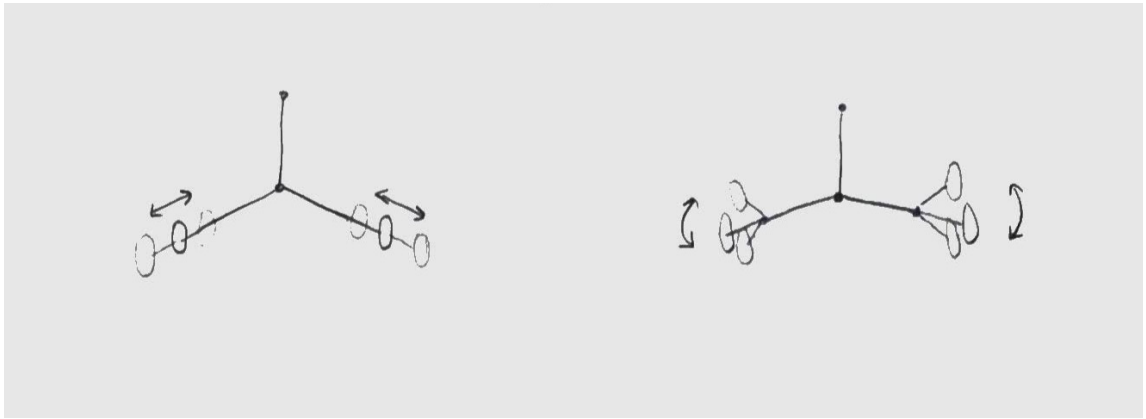


Kuva 15. Sivutukien nivelet yläasennossa (Kuva: Taru Sormunen).

6.2.3 Kulmansäätö

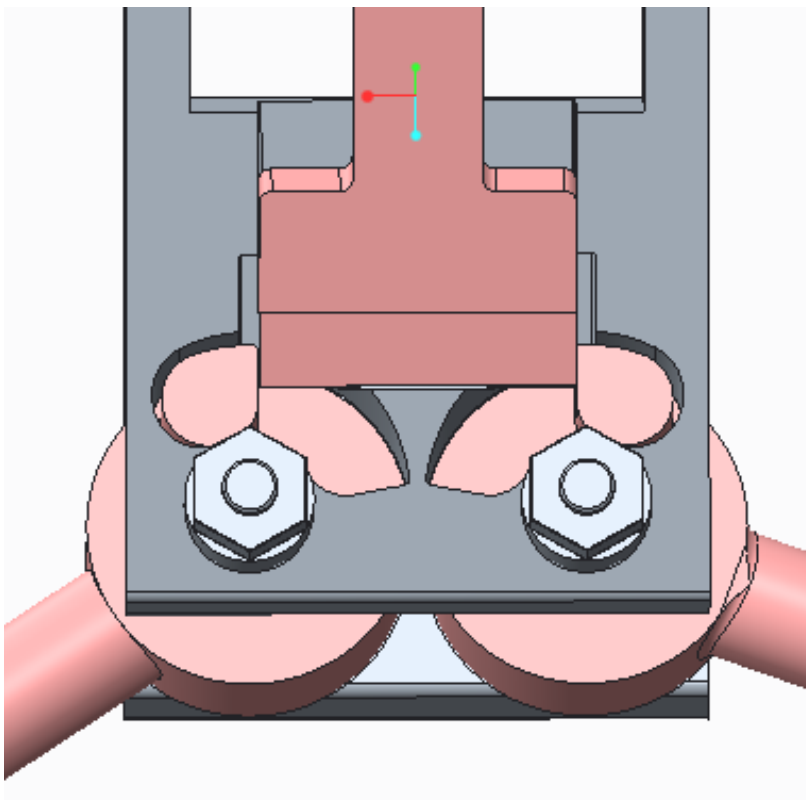
Pyörän seisontakulman säätöön suhteessa alustaan on kaksi vaihtoehtoa. Se voidaan tehdä joko muuttamalla sivutukien pituutta tai kulmaa (Kuva 16). Kulmaa voidaan muuttaa joko nivelestä 2 (Kuva 11) tai sivutuen varteen voidaan tehdä erillinen nivel sitä varten. Sivutukien pituuden säädöllä voitaisiin myös muuttaa seisontakulmaa.

Sivutuen pituuden säätö tai sivutuen varressa oleva erillinen nivel kulman muuttamista varten ovat varteen otettavia vaihtoehtoja, sillä tällöin niveleen 2 ei tarvitsisi sisällyttää tätä toimintoa. Ongelmaksi kuitenkin muodostuu tilanpuute. Jos seisontakulmaa haluttaisiin muuttaa 5 asteen verran, tarkoittaisi se sivutukien kulman ja mitat huomioon ottaen yli 15 cm:n pituuden muutosta. Lopullisessa rakenteessa sivutukien pituus ja kulma ovat mitoitettu sopimaan rajatulle alueelle yläasennossa, jolloin pituutta tai kulmaa muuttamalla mitat eivät pysyisi enää rajojen sisällä. Ratkaisu voisi olla mekanismi, joka palauttaa mitan tai kulman alkuperäiseen starttitelineen liikkua yläasentoon. Tämä vaatisi vielä yhden jousiviritteisen mekanismin, joten suunnittelussa keskityttiin kulman säädön sisällyttämiseen niveleen 2.

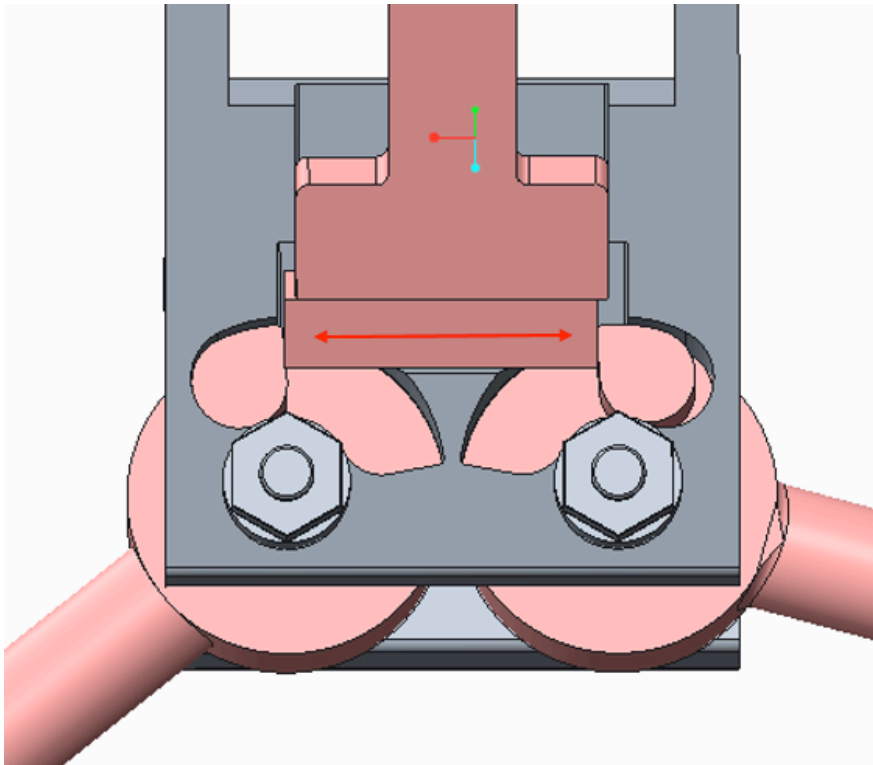


Kuva 16. Sivutuen varren pituuden ja kulmanmuutos (Kuva: Taru Sormunen).

Kulmansäätö toteutui tekemällä sivutukien lukituksesta säädettävän (Kuva 17). Keskikappale lukitsee sivutuet tiettyyn kulmaan. Kappaleen päässä olevaa palaa voidaan liikuttaa sivusuunnassa (Kuva 18), jolloin jalkojen kulma muuttuu samassa suhteessa. Liikerata on osoitettu punaisella. Tämän mekanismin toimivuus perustuu oletukseen, että alusta on tasaisesti kalteva. Liikeradat on laskettu niin, että kulmaa saadaan muutettua maksimissaan 5 astetta. Jos alusta kuitenkin vaatii sivutukiin kulmat, jotka eivät muutu samassa suhteessa, on tätä osaa mahdollista muokata niin, että päästään haluttuihin kulmiin.



Kuva 17. Sivutukien lukitus keskelle (Kuva: Taru Sormunen).



Kuva 18. Sivutukien lukitus eri kulmaan (Kuva: Taru Sormunen).

6.2.4 Pyörät

Toimeksiantajan aiemman kokemuksen perusteella litteät ja teräväkulmaiset pyörät, kuten kuvassa 19 näkyy, ovat hieman liian jäykät käytössä. Kapeat ja pyöreäreunaiset pyörät soveltuisivat paremmin. Pyöriä täytyy ensin testata, jotta tiedetään, mikä sopii tähän käyttötarkoitukseen. Alustavan oletuksen perusteella sopivia voisivat olla laadukkaat muun muassa rullaluistimissa ja rullasukissa käytetyt pyörät ja laakerit. Starttiteline on mitoitettu niin, että käytettävät pyörät voivat olla maksimissaan 6 cm:n halkaisijalla.



Kuva 19. Aiemmin käytetty pyörä (Kuva: Ulla Kulju).

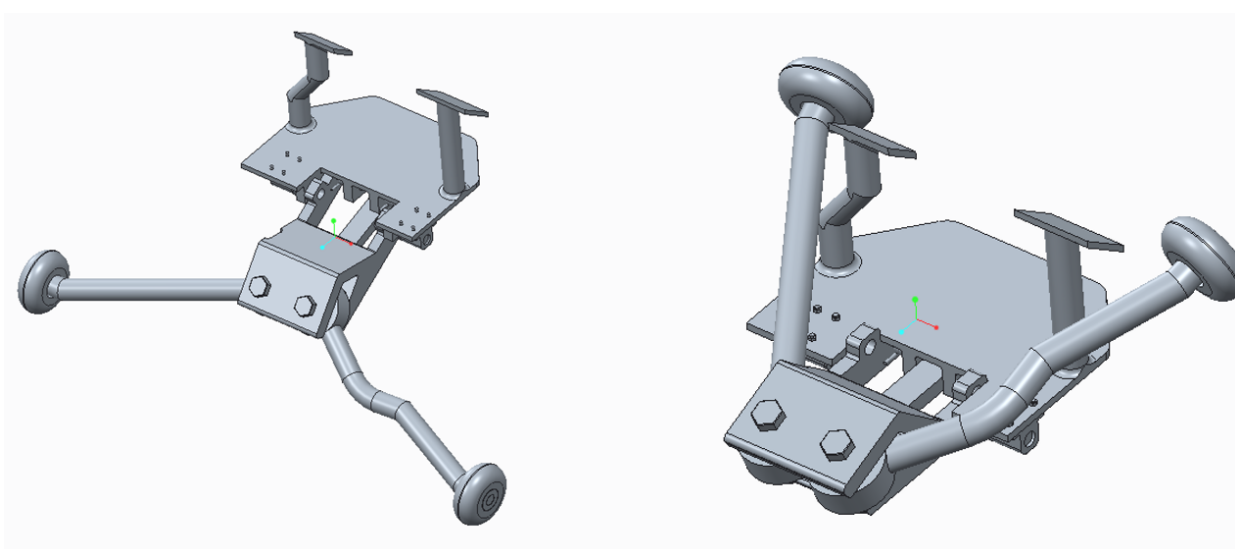
6.2.5 Lukituksen vapautus

Lukituksen vapautus tapahtuu vaijerilla, joka vetää pientä lukitussokkaa. Vaijerin toinen pää on kiinnitetty ohjaustangon vipuun. Moottoripyöriin saa asennettua kiinnikkeen kahdelle kahvalle (dual lever), jolloin starttitelineen lukituksen poisto voidaan yhdistää jarru- tai kytkinkahvan kanssa. Tilasta riippuen on myös mahdollista lisätä kokonaan oma kiinnike kahvalle. Kahvaksi käy lyhyt yhdellä sormella käytettävä kahva, joita käytetään usein stunttimoottoripyörissä (short stunt clutch lever). Vaijeriksi riittää esimerkiksi polkupyörissä käytettävä kevyt vaijeri. Starttitelineen lukituksen poistoon tarvitaan kaksi vaijeria. Vaijerit täytyy yhdistää käytettäväksi samalla kahvalla.

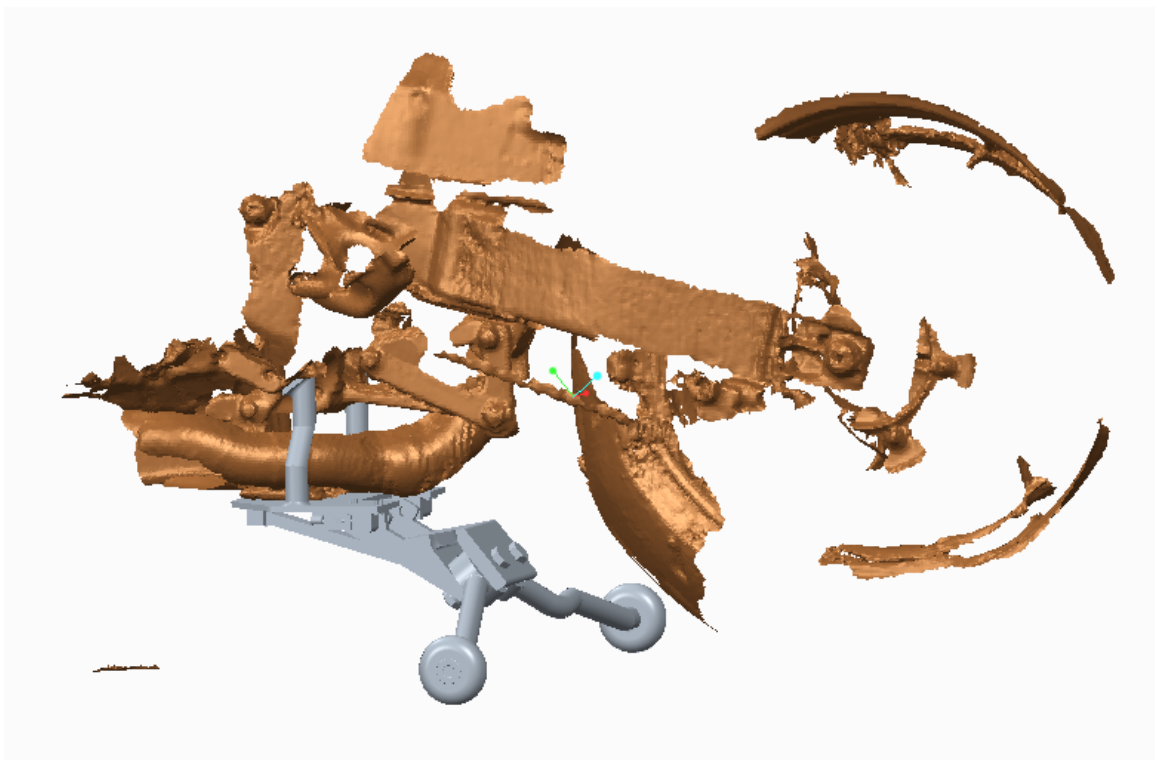
7 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä konseptisuunnitelma starttitelineestä ratamoottoripyörään. Lopputuloksena oli ehdotus, millaisia muotoja ja mekanisme käyttäessä olevaan tilaan voidaan käyttää. Haasteena oli tilanpuute, joka rajasi käytössä olevia mahdollisuuksia. Lopputulos esitellään tiivistettynä tässä luvussa. Kuvassa 20 on starttitelineen kaksi asentoa ja kuvissa 21 ja 22 näkyy starttiteine kiinnitettynä pyörään molemmissa asennoissa. Kuvissa 21 ja 22 on käytetty 3D-skannerilla skannattua mallia moottoripyörästä, johon telinettä suunniteltiin. Malli on melko repaleinen, mutta siitä erottuu takarengas, pyörän runko kohdasta, johon teline kiinnitetään ja osa pakoputkea sen alla. Näiden kuvien avulla hahmottuvat starttitelineen mittasuhteet suhteessa moottoripyörään.

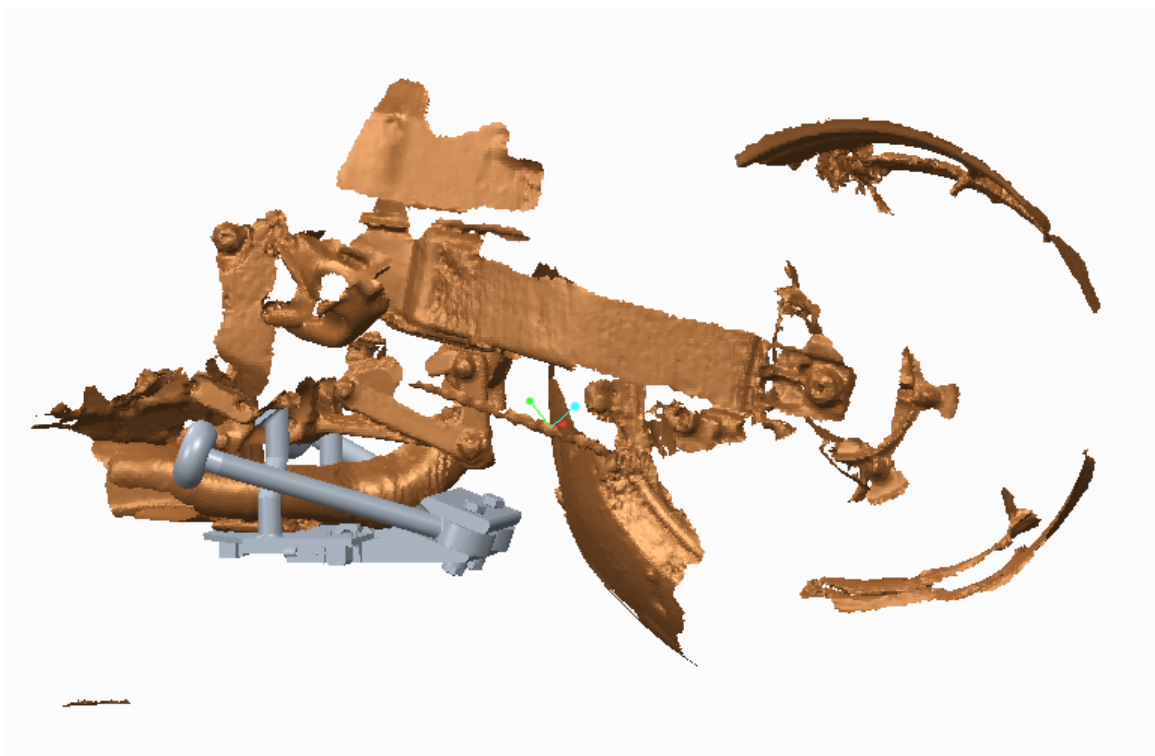
Starttiteline koostuu kolmesta tuesta: keskituesta ja kahdesta sivutuesta. Nämä tuet liikkuvat niille suunnitelluilla nivelillä. Nivelet lukkiutuvat ala-asennossa. Palkuu yläasentoon tapahtuu jousien avulla, kun lukitukset poistuvat. Keskituen lukitus poistuu vaijerin välityksellä, kun kuljettaja vetää kahvasta. Keskituen noustessa ylös poistuu myös sivutukien lukitus, jolloin ne kääntyvät pyörän kylkien suuntaiseksi. Yläasennossa starttitelineen mitat eivät ylitä pohjakatteen ulkomitoja, jolloin se mahtuu riittävän pieneen tilaan täyttääkseen kilpailuvaatimukset.



Kuva 20. Starttiteline (Kuva: Taru Sormunen).



Kuva 21. Starttiteline alhaalla pyörässä (Kuva: Taru Sormunen).



Kuva 22. Starttiteline ylhäällä pyörässä (Kuva: Taru Sormunen).

8 Pohdinta

Sain aiheen opinnäytetyöhän keväällä 2018. Työn tekeminen alkoi kuitenkin vasta keväällä 2019. Tavoitteena oli saada se valmiiksi saman vuoden toukokuuhun mennessä. KuljuRacingin pyörä sijaitsee Lounais-Suomessa, missä kävin siihen tutustumassa. Tämän jälkeen opinnäytetyön suoritus jäi pyörästä otettujen kuvien ja 3D-mallin varaan.

Työ alkoi teoriaosion kirjoittamisella. Teoriaosio koskee pääasiassa tuotekehitysprojektia ja suunnittelumenetelmiä. Itse opinnäytetyön aiheesta ei ole juurikaan teoriaa saatavilla, joten teoriaosia jäi melko suppeaksi.

Suunnittelutyö alkoi ideoinnilla TRIZ-menetelmän mukaisesti. Mitään suuria oivalluksia ei TRIZ-työkaluja käyttämällä syntynyt, mutta se auttoi jäsentelemään suunnittelussa olevia haasteita ja ongelmia. TRIZin avulla löytyvät ideat ovat kyllä käyttökelpoisia, mutta ne olisivat varmasti löytyneet myös ilman TRIZin käyttämistä.

Luonnostelu- ja mallinnusvaiheet ottivat eniten aikaa tässä projektissa. Luonnostelu toteutui ideoinnin lomassa, ja kun kaikkiin starttitelineen toimintoihin oli mietittynä ratkaisuehdotus, aloin mallintaa osia. 3D-skannattu malli moottoripyörästä oli erittäin hyödyllinen toimivien muotojen löytämiseksi. Ilman sitä työ olisi ollut erittäin hankala, eikä lopputuloksesta olisi saatu niin istuvaa.

Opinnäytetyön lopputulos jää melko avonaiseksi koneenrakennuksen kannalta, sillä esitettyinä ovat vain suuntaa antavat päämitat, ilman määriteltyjä materiaaleja, komponentteja jne. Muuten työn etenemiseen olen tyytyväinen ja uskon, että lopputulosta voidaan käyttää lähtökohtana prototyypin rakentamiselle.

Lähteet

- Hietikko, E. Tuotekehitystoiminta. BoD-Books on Demand. Helsinki. 2015. ISBN 978-952-330-065-1.
- Paralyzed Living. Paraplegic Riding a Motorcycle Again. 2011. [YouTube video]
Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=uNUMtDRh4UE>
- Kulju, U. Kysymyksiä opinnäytetyötä varten [yksityinen sähköpostiviesti].
Vastaanottaja: Taru Sormunen. Lähetetty 21.3.2019.
- Paaso, M & Ollikainen, J. Ratahauskaa: Road Racing harrastuksena. Alfamer. Helsinki. 2008. ISBN 978-952-472-081-6.
- Rantanen, K. TRIZ-menetelmän hyödyntäminen tuotekehityksen ajatusmallina. Metalliteollisuuden kustannus. Helsinki. 2002. ISBN 978-951-817-778-3.
- Oxford Creativity Ltd. Effects Database. Oxford. United Kingdom. Saatavissa: <http://wbam2244.dns-systems.net/EDB/index.php>
- FIM Fédération Internationale de Motocyclisme. FIM SUPERBIKE, SUPERSPORT & SUPERSPORT 300 WORLD CHAMPIONSHIPS REGULATIONS. Versoix. Sveitsi. 2019. Saatavissa: [file:///C:/Users/1500985/Downloads/2019 SBK SS SS300 Regulations update 28.03.2019 .pdf](file:///C:/Users/1500985/Downloads/2019%20SBK%20SS%20SS300%20Regulations%20update%2028.03.2019.pdf)

