

Eero Välikkilä

**KYLVÖLANNOITTIMEN KASVINSUOJELURUISKUTUSURIEN  
MERKITSEMISLAITTEEN SUUNNITTELU**

**KYLVÖLANNOITTIMEN KASVINSUOJELURUISKUTUSURIEN  
MERKITSEMISLAITTEEN SUUNNITTELU**

Eero Välikilä  
Opinnäytetyö  
Kevät 2023  
Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Konetekniikan tutkinto-ohjelma, auto- ja työkonetekniikka

---

Tekijä: Eero Välikilä

Opinnäytetyön nimi: Kylvöannoittimen kasvinsuojeluruiskutusurien merkitsemislaitteen suunnittelu

Työn ohjaaja: Jari Viitala

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2023

Sivumäärä: 39 + 1 liitettä

---

Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin Junkkari M400 Plus -kylvöannoittimen perään asennettava kasvinsuojeluruiskutusurien merkkaukseen käytettävä laite. Työ tehtiin Ilmajoella sijaitsevalle yksityiselle elinkeinoharjoittajalle. Tarve laitteen kehittämiseksi syntyi, koska öljykasvien viljelyssä ensimmäinen kasvinsuojeluruiskutus on haastava johtuen pienestä kasvustosta. Laitteen tarkoitus oli helpottaa ja nopeuttaa kasvinsuojeluruiskutuksen työtä tekemällä maahan ura, jota pitkin kasvinsuojeluruiskulla ajetaan. Työn tilaajan toiveena oli saada toimiva ja valmis suunnitelma ruiskutusurien merkitsemislaitteesta, jotta tilaaja voi sellaisen valmistaa.

Lähtökohtana työn toteutuksessa oli suunnitella automaattisesti muun kylvökoneen mukana toimiva laite, joka on helposti valmistettavissa tavallisissa konepajaolosuhteissa. Työssä käytettiin systemaattisen tuotekehityksen mallia, jonka avulla etsittiin toimivin ratkaisu kohteeseen. Työssä vertailtiin perinpohjin erilaiset ratkaisuvaihtoehtot, joista päädyttiin käyttämään hydraulilla toimivaa aisamallista ratkaisua, joka nostaa ja laskee joustavaan varteeseen kiinnitetyn kiekon, maahan jäljen piirtämiseksi. Hydraulikkaa päädyttiin ohjaamaan sähköisesti magneettiventtiilillä, hyödyntäen kylvökoneen jo olemassaolevaa sähköpiiriä ja lisäämällä siihen tarvittavat komponentit.

Työn aikana tutustuttiin hydraulikkajärjestelmän suunnitteluun ja koneenrakentamisen eri valmistusmenetelmiin. Opinnäytetyön tekijä käytti myös aiempaan koulutuksena saamiaan sähköalan oppeja, laitteen hydraulikan sähköisen ohjauksen suunnittelussa. Laitteesta luotiin 3D-malli Solidworks 2022 -suunnitteluohjelman avulla. Opinnäytetyöhön liitettiin merkitsemislaitteen kokoonpanokuva, josta käy ilmi osaluettelo ja havainnollistetaan laitteen kokoaminen valmistusvaiheessa.

Työn tuloksena saatiin oikein mitoitettu ja järkevästi toteutettu laitteen suunnitelma, joka vastasi tilaajan odotuksia. Laitteesta luotiin piirustukset, joita tilaaja pystyy hyödyntämään myöhemmässä vaiheessa laitteen valmistuksen yhteydessä. Lisäksi tämä opinnäytetyö oli opinnäytetyön tekijälle todella opettavainen ja työssä käytettyjä oppeja tullaan hyödyntämään jatkossakin.

---

Asiasanat: maatalous, mekaniikkasuunnittelu, lisävaruste, suunnittelu

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences

Degree program in mechanical engineering, automotive and construction machinery technology

Author: Eero Välikkilä

Title of thesis: Design of Equipment for Marking the Plant Protection Praying Grooves of the Seeder

Supervisor: Jari Viitala

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2023 Number of pages: 39+1 appendices

---

In this thesis, a device behind the seeder was designed, which makes a groove in the ground along which the tractor and plant protection sprayer can be driven at the beginning of the growing season. The groove made by the device facilitates spraying, especially when growing oil plants. The work was done for a private entrepreneur located in Ilmajoki.

The device is connected to the back of the seeder and works automatically with the rest of the machine. The goal of the work was to create a functional and simple solution that can be manufactured under normal workshop conditions. A 3D modeling of the device was created, according to which the customer can manufacture the product. A body was designed for the device, which rises up hydraulically. a disc that is attached to a spring makes a groove in the ground.

The result of the work was a functional and simple device that met the customer's expectations. A 3D modeling of the device was made

---

Keywords: agriculture, mechanical design, accessory, design

## ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Ilmajoella sijaitsevalle yksityiselle elinkeinoharjoittaja Erkki Välikkilälle. Kiitokset tahdon osoittaa tälle yritykselle sujuvasta yhteistyöstä sekä luotosta minun osaamiseeni myös etänä toimittaessa.

Levillä 13.4.2023

Eero Välikkilä

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	VÄLKKILÄ ERKKI JUSSI .....	8
2.1	Kasvinviljely .....	8
2.2	Kotieläimet .....	8
2.3	Koneurakointi .....	9
3	JUNKKARI M400 PLUS -KYLVÖLANNOITIN .....	10
3.1	Kasvinsuojeluruiskutusurat .....	11
3.2	Kasvinsuojeluruiskutusurien merkitsemislaitte .....	11
3.3	Tarvittavat mitat laitetta varten .....	12
4	LAITTEEN ESISUUNNITTELU .....	13
4.1	Eri vaihtoehtojen vertaileminen .....	13
4.1.1	Merkitsemislaitteen sijoittaminen kylvökoneeseen .....	14
4.1.2	Jäljen piirtäminen .....	15
4.1.3	Rungon rakenne .....	16
4.1.4	Likkeen toteuttaminen .....	17
4.2	Hydrauliikka .....	18
4.2.1	Hydraulisyliinterin mitoitus .....	18
4.2.2	Hydrauliikkapiirin suunnittelu .....	23
4.3	Magneettiventtiilin ohjaus .....	26
5	3D-MALLINTAMINEN JA SUUNNITTELU .....	29
5.1	Paperille hahmottelu .....	29
5.2	Solidworks-mallinnus .....	30
6	PIIRUSTUSDOKUMENTTIEN LAADINTA .....	35
7	YHTEENVETO .....	36
	LÄHTEET .....	38
	LIITE 1 Pääkoonpanokuva	

# 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä kehitetään ja suunnitellaan öljykasvien kasvinsuojeluruiskutusta helpottava lisävaruste Junkkari M400 Plus -kylvöannoittimeen. Lisävarusteen on tarkoitus tehdä maahan jälki, jota pitkin on helppo ajaa kasvinsuojeluruiskun kanssa kasvukauden alussa. Tätä lisävarustetta kutsutaan kasvinsuojeluruiskutusurien merkitsemislaitteeksi, ja se on mahdollista asentaa myös muihin Junkkari-kylvöannoitinmalleihin.

Opinnäytetyö on tuotekehitystyö, joka tehdään yhteistyössä Ilmajoella sijaitsevan yksityisen elinkeinoharjoittaja Välskilä Erkki Jussin kanssa. Työn tilaaja on huomannut öljykasvien viljelyssä ongelmaksi muodostuneen kasvinsuojeluruiskutusurien näkyvyyden kasvukauden alussa. Kaupallisilta markkinoilta ei ole saatavilla tilaajan tarpeisiin soveltuvaa laitetta, ja siitä syystä sellainen on tarpeen kehittää itse.

Opinnäytetyön tekijä on ollut mukana yritystoiminnasta koko elämänsä ajan, koska on kasvanut Erkki Välskilän omistaman Veikkarin maatilan yhteydessä. Töitä opinnäytetyön tekijä on tehnyt maatilalla aina silloin, kun on opiskeluista ja muista töistä ehtinyt. Tästä johtuen yrityksen toimintatavat ovat opinnäytetyön tekijälle entuudestaan tuttuja.

Opinnäytetyössä hyödynnetään systemaattisen tuotekehityksen mallia, jonka tarkoituksena on vertailla eri vaihtoehtoja parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Suunnitellusta laitteesta tehdään 3D-mallinnus, jonka pohjalta työn tilaajan on mahdollista valmistaa kyseinen tuote. Laitteen suunnittelu toteutetaan Dassault Systemesin Solidworks 2022 -ohjelmistolla.

Työn tavoitteena on saada suunniteltua automaattisesti kylvökoneen mukana toimiva laite, joka piirtää maahan jäljen oikeisiin kohtiin oikeaan aikaan. Työ sisältää koko laitteen suunnittelun hydraulikka mukaan lukien.

## **2 VÄLKKILÄ ERKKI JUSSI**

Välkkilä Erkki Jussi on Ilmajoella, Etelä-Pohjanmaalla, toimiva yksityinen maatalouden elinkeinoharjoittaja. Yritys omistaa Veikkarin maatilan, jonka päätoimiala on yhdistetty kasvinviljely ja kotieläintalous. Yrityksen päätavoitteena on laadukas työ, oli kyseessä sitten viljan viljely, koneurakointi tai vasikoiden kasvattaminen. Laadusta ei tingitä, ja se onkin osoittautunut yrityksen kannalta tärkeäksi ja merkittäväksi asiaksi asiakkaiden ja yhteistyökumppaneiden kannalta. (1.)

Yrityksen omistaja Erkki Välkkilä toimii yrityksen ainoana ympärivuotisena työntekijänä, mutta sesonkitöihin tarvitaan lisää työntekijöitä säännöllisin väliajoin. Kiireisintä aikaa yrityksen toiminnassa on toukokuusta elo- syyskuun vaihteeseen. Talvella huolletaan kalusto, rakennetaan uutta sekä valmistaudutaan tulevaan kauteen esimerkiksi hankkimalla tulevan kauden tuotantopanokset ja tarkistamalla että kaikki on kunnossa. (1.)

### **2.1 Kasvinviljely**

Yrityksen päätoimiala on kasvinviljely. Veikkarin maatila on kulkenut suvussa jo useiden sukupolvien ajan. Tilalla on tällä hetkellä yhteensä noin 120 hehtaaria peltoa viljelyksessä. Pääasiassa viljelykasveihin kuuluu ohra, kaura ja rypsi sekä pienessä määrin heinäkasvit. Tilalla harjoitetaan paljon peltojen peruskunnostusta sekä uusien peltojen raivaamista. (1.)

Pellot hoidetaan nykyaikaisilla laitteilla, suosien myös täsmäviljelyä ja automatisoituja koneita. Yritys on panostanut laadukkaaseen kalustoon ja tätä kautta laadukkaaseen ja tehokkaaseen viljelyyn. Pellot hoidetaan niin hyvin kun pystytään ja tuotantopanoksissa ei säästellä. Yritys tavoittelee maailman tilanteesta riippumatta joka vuosi huippusatoa, koska suomalainen ruoan tuotanto on yrityksen omistajalle erittäin tärkeä asia. (2.)

### **2.2 Kotieläimet**

Veikkarin maatilalla on ollut kotieläimiä usean sukupolven ajan. Erkki Välkkilä on lopettanut lypsykarjan pidon vuonna 2003, jolloin lypsynavetta muutettiin nuorikarja- eli vasikkakasvattamoksi, jollaisena navetta on toiminut tähänkin päivään asti. (1.)



Vasikkakasvattamossa on yhteensä noin 70 nautaeläintä, joista noin puolet on nuorempia ja puolet vanhempia. Tästä etuna saavutetaan se, että karsinakoko pysyy maltillisena ja navetassa pysyy jatkuvasti eläimiä. Eläimet saapuvat kasvattamoon muutaman viikon ikäisinä, ja niitä kasvatetaan noin 120 päivää, minkä jälkeen eläimet siirtyvät jatkokasvattamoihin. (1.)

### **2.3 Koneurakointi**

Yrityksen vahvaan toimenkuvaan kuuluu myös aktiivinen koneurakointi Etelä-Pohjanmaan alueella. Yrityksen isoin toimiala koneurakoinnissa on rehuntekourakointi yhdistelmäpaalaimella sekä karhottimella. Yritys omistaa kaksi paalikonetta, jotka ovat molemmat aktiivisessa käytössä sesongin kiireisimpänä aikana. Lisäksi yrityksen työnkuvaan kuuluu myös kaivinkonetyöt kumitelaisella 3,5 tonnin kaivinkoneella sekä 14 tonnin keskikokoisella telakaivinkoneella. Urakointi painottuu enemmän kesä- ja syysajalle. Myös salaojien huuhtelu on osa yrityksen pääasiallisia palveluja. (1.)

Yritys on harjoittanut koneurakointia jo 1980-luvulta asti pienessä määrin. Koneurakointi on aloitettu rahti niittämisellä ja pienien heinäpaalien paalaamisella vanhanaikaisilla koneilla. Yritys on laajentanut koneurakointitoimintaansa tähän päivään mennessä huomattavasti myös eri toimialoille. Koneurakoinnista onkin näin muodostunut yksi yrityksen pääelinkeinoista. (3.)

### 3 JUNKKARI M400 PLUS -KYLVÖLANNOITIN

Junkkari M400 Plus -kylvölannoitin on Junkkari-tuoteperheen tasokas maataloustyökone, minkä tehdas sijaitsee Kauhavan Ylihärmässä. Junkkari on aloittanut toimintansa vuonna 1950. Junkkari Oy valmistaa maatalous- ja metsäkoneita, kuten kylvökoneita ja hakkureita. Junkkari on osa MSK Group -konsernia. (4.) Kuvassa 1 näkyy opinnäytetyön aiheeseen liittyvä kylvinkone.

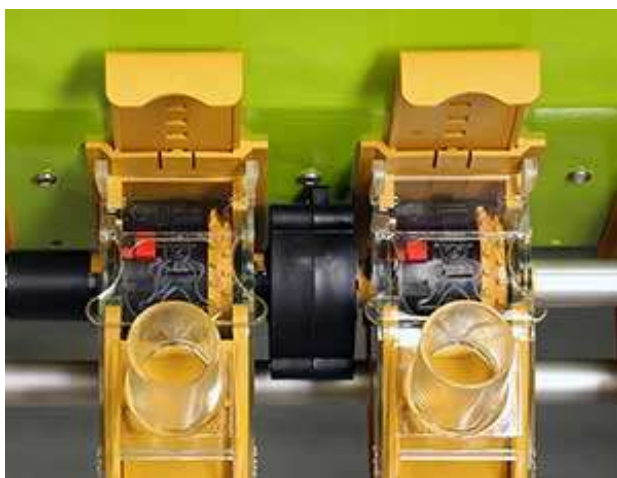


KUVA 1. Junkkari M400 Plus-kylvölannoitin (5)

Junkkari M -sarjan kylvökoneessa toimintaperiaatteena on hyvin työsyvyyden pitävä kiilajyrävannas, jossa siemen ja lannoite lasketaan saman vantaan kautta maahan. Tästä etuna saadaan se, että konetta on kevyt vetää ja lannoite saadaan lähelle siementä, jolloin saadaan maksimaalinen kasvuteho. Kylvökone kylvää siemenen 12,5 cm rivivälillä. M-sarjan kylvökonetta on mahdollista saada 3 metrin ja 4 metrin työleveydellä. M-sarjan kylvökone on Junkkari tuoteperheen monitaituri, joka soveltuu muokatulle, kevytmuokatulle tai myös keveiden maiden suorakylvöön. Kone soveltuu erinomaisesti Suomen olosuhteisiin, joihin onkin kiinnitetty erityisesti huomiota konetta kehitettäessä. (5.)

### 3.1 Kasvinsuojeluruiskutusurat

Kylvökoneessa on yhteensä 32 syöttörullaa, jotka syöttävät siemenen ja lannoitteen vantoille. Koneeseen on suunniteltu kasvinsuojeluruiskutusta helpottava ominaisuus, joka sulkee syöttörullia niiltä kohdilta, jonne ruiskutusurat tulevat. Kuvassa 2 näkyy syöttörullien välissä musta magneettikytkin, joka pysäyttää syöttörullien pyörimisen urien kohdalta. Tällöin kasvustoon syntyy valmis ruiskutusura. Magneettikytkin sulkee kolme syöttörullaa kummaltakin puolelta kylvökoneetta, mikä saa aikaan traktorin renkaiden levyisen valmiin uran kasvustoon.(5.)



KUVA 2. Siemenpuolen syöttörullat ja ruiskutusurakytkin (5)

Esimerkkitalanteessa, kun kylvökoneen leveys on 4 m ja kasvinsuojeluruiskun leveys 28 m, kylvökoneella täytyy kylvää seitsemän koneen leveyttä, jotta saavutetaan yksi kasvinsuojeluruiskun leveys. Tässä tilanteessa keskimmäiseen eli neljänteen kylvökoneen leveyteen täytyy tehdä ruiskutusura. Kylvökoneen tietokoneeseen on asetettu kasvinsuojeluruiskun leveys ja kone laskee itse, milloin ruiskutusura on tehtävä. Oikealla hetkellä kylvökoneen tietokone ohjaa magneettikytkimen pysäyttämään syöttörullat. (5.) Tätä magneettikytkimen ohjausta tullaan hyödyntämään myös ruiskutusurien merkitsemisen ohjauksessa.

### 3.2 Kasvinsuojeluruiskutusurien merkitsemislaitte

Rypsin viljelyssä ongelmaksi on todettu ensimmäinen kasvinsuojeluruiskutus, jolloin kasvusto ei vielä näy paikoittain välttämättä ollenkaan. Ensimmäisellä ruiskutuksella torjutaan kirvoja, jotka pilaavat kasvuston. Nimenomaan tätä ensimmäistä ruiskutusta silmällä pitäen useat valmistajat ovat luoneet merkitsemislaitteen, joka tekee maahan kiekolla uran, joka näkyy maassa vielä

ensimmäisen ruiskutuksen aikana. Tällöin ruiskuttamisesta tulee huomattavasti helpompaa ja työn tulos tarkentuu. Lisäksi urat saadaan samaan paikkaan koko kasvukauden ajaksi, eikä ruiskutusuria tule moneen kohtaan seuraavien ruiskutusten aikana. (2.) Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan ruiskutusurien merkitsemislaitte Junkkarin M-sarjan 4-metriseen malliin, mutta sen pystyy helposti asentamaan myös 3-metriseen malliin tarvittaessa.

Ruiskutusurien merkitsemislaitte täytyy voida kytkeä myös pois päältä. Normaalien viljakasvien viljelyssä ensimmäinen kasvinsuojeluruiskutus tehdään vasta silloin, kun kasvusto on jo huomattavasti näkyvillä ja tällöin myös kylvökoneen tekemät urat ovat jo hyvin esillä. (2.) Tällöin olisi turhaa tehdä erilliset merkkaukset peltoon. Vaihtoehtona on myös, jotta merkitsemislaitteesta tehdään pikalukitteinen, jotta sen voi asentaa koneeseen kiinni vain silloin, kun sitä tarvitsee. Tästä etuna saavutetaan turhan painon karsiminen ja koneen täyttämisen helpottuminen, koska laite ei täten olisi kylvökoneen perässä turhaan täytön tiellä.

### **3.3 Tarvittavat mitat laitetta varten**

Koska tämä opinnäytetyö tehdään etänä, tarvittavat mitat on mitannut työn tilaaja Erkki Välikkilä suoraan kylvökoneesta opinnäytetyön tekijän pyynnöstä. Kylvökoneen perässä on jälkihara, johon merkitsemislaitte on tarkoitus kiinnittää erillisellä kiinnitysraudalla. Haran leveys on 3980 mm. Kiinnityspisteen korkeus maasta on 520 mm. Ruiskutusajouran leveys riippuu traktorin raidevälistä, mutta tässä tapauksessa raideväli on 2 200 mm. (3.)

Näitä mittoja käyttäen aloitetaan ruiskutusurien merkitsemislaitteen suunnittelu. Tarvittaessa pyydetään työn tilaajalta lisää mittoja ja tietoja kylvökoneesta. Lisätietoja voidaan tarvittaessa pyytää myös koneen valmistajalta.

## 4 LAITTEEN ESISUUNNITTELU

Ruiskutusurien merkitsemislaitetta aletaan suunnitella käyttäen apuna systemaattisen tuotekehityksen mallia. Tarkoituksena on vertailla erilaisia ratkaisuja ja menetelmiä, joilla tuote olisi mahdollista valmistaa. Tavoitteena on löytää kaikin puolin paras ratkaisu kyseiseen kohteeseen soveltuvaksi.

Suunnittelussa täytyy ottaa huomioon kylvökoneesta jo valmiiksi löytyvät komponentit ja toiminnot, sekä fyysinen tila. Tarkoituksena on saada ruiskutusurien merkitsemislaitteesta sellainen, että se ei häiritse kylvökoneen muuta käyttöä, vaikka laite ei olisi ollenkaan käytössä.

### 4.1 Eri vaihtoehtojen vertaileminen

Ruiskutusurien merkitsemislaitteen täytyy nousta ylös ja pysyä ylhäällä lukuun ottamatta niitä kylvöuria, mihin ruiskutusurat tehdään. Rakenteen tulee olla yksinkertainen ja toimiva. Laitteen täytyy kestää sille tarkoitettu työ, mutta se ei saa olla myöskään liian raskas, ettei se kuormita muita kylvökoneen osia liikaa. (2.)

Työ aloitetaan luomalla jäsentelykaavio, jossa kokonaistoiminnolle muodostetaan erilaisia toteutuksia yhdistelemällä eri osatoiminnot mahdollisimman sopiviksi pareiksi. Taulukossa 1 on mietitty eri toteutusvaihtoehdot ja muodostettu niistä ratkaisuvaihtoehtoja. (6, s.9.)

TAULUKKO 1. Jäsentelykaavio

Ratkaisuvaihtoehdot		1	2	3	4
Osatoiminnot					
1	Laitteen sijoittaminen	jälkiharan taakse	jälkiharan eteen		
2	merkintäperiaate	piikki	kiekko		
3	Liikkeen toteutus	hydraulisyliinteri	paineilmasyliinteri	sähkösyliinteri	mekaaninen
4	Rungon rakenne	teleskooppi	aisat		
	— ve1				
	— ve2				
	— ve3				
	— ve4				

Kun ratkaisuvaihtoehdot on luotu, tehdään vaihtoehtoista kokonaistoimintojen arviointi. Arvioinnissa arvioidaan koko vaihtoehdon toiminta numeroittain kuuden kriteerin perusteella. Kullekin kriteerille on asetettu painoarvo, joka vaikuttaa lopulliseen painotettuun arvosanaan. (6, s.14.) Taulukossa 2 näkyy kokonaistoimintojen arviointi ja tulokset. Taulukon alareunaan on kerätty jokaisen kokonaistoiminnon yhteispisteet, joista on helppo nähdä kokonaistulos.

TAULUKKO 2. Kokonaistoimintovaihtoehtojen painotettu pistearviointi

Arviointikriteerit	Painokerroin (0-1)	Ratkaisuvaihtoehdot							
		ve1		ve2		ve3		ve4	
		Arvosana (1-5)	Painotettu arvosana	Arvosana (1-5)	Painotettu arvosana	Arvosana (1-5)	Painotettu arvosana	Arvosana (1-5)	Painotettu arvosana
Alhaiset valmistuskustannukset	0,1	4	0,4	3	0,3	4	0,4	4	0,4
Helppo asentaa	0,2	5	1	5	1	5	1	5	1
Helppo huoltaa	0,1	5	0,5	3	0,3	5	0,5	5	0,5
Varmatoimisuus	0,25	5	1,25	4	1	4	1	4	1
Hyvä käyttöturvallisuus	0,15	3	0,45	3	0,45	3,5	0,525	3,5	0,525
Kestää ympäristön vaatimukset	0,2	4	0,8	2	0,4	4	0,8	3	0,6
<b>Yhteensä</b>	1		<b>4,4</b>		<b>3,45</b>		<b>4,225</b>		<b>4,025</b>

Kuten taulukosta 2 voikin huomata, ensimmäinen vaihtoehto sai eniten pisteitä ja se otetaan käyttöön. Tämän jälkeen käydään läpi hieman eri vaihtoehtoja, joista käy ilmi kunkin vaihtoehdon hyvät ja huonot puolet. Ensimmäisessä vaihtoehdossa yhdistyy yksinkertaisuus, luotettavuus ja valmistuskustannukset, joten se on lähes joka osa-alueelta paras vaihtoehto.

#### 4.1.1 Merkitsemislaitteen sijoittaminen kylvökoneeseen

Ruiskutusuramerkitsin täytyy sijoittaa kylvökoneen peräosaan. Takana on kylvökoneen pyörien runko, johon on kiinnitetty jyräpyörästä teli. Lisäksi jyräpyörästä takana on jälkihara, joka peittää jyräpyörästä jäljet ja rikkoo pinnan.

Ruiskutusurien merkitsin täytyy kiinnittää jälkiharaan kuvassa 3 osoitettuun paikkaan, koska merkitsimen tekemän uran tulee näkyä vielä monen viikon päästä. Lisäksi jyräpyörästä geometria on tehty siten, että, muuttuvan geometrian takia siihen olisi vaikea kiinnittää mitään. Myös jyräpyörästä rungon takana oleva jälkihara vaikeuttaisi tilannetta ja ruiskutusurien merkitsin olisi vaarana osua siihen.



*KUVA 3. Merkitsimen kiinnityspaikka jälkiharaan (2)*

Vaihtoehtona olisi ollut myös sijoittaa merkitsin jälkiharan eteen, mutta haran etupuolella ei ole riittävästi tilaa merkitsimelle ja jälkihara rikkoisi merkitsimen tekemää uraa ja täten heikentäisi uran näkyvyyttä pellossa. Jälkiharaan kiinnitettävään merkitsimeen päädytään heti suunnittelun alkuvaiheissa, koska muut vaihtoehdot eivät yksinkertaisesti ole toimivia.

#### **4.1.2 Jäljen piirtäminen**

Maahan täytyy saada piirrettyä viivat tai paremminkin urat, jotka näkyvät vielä muutamankin viikon päästä. Suunnittelutyötä tehdessä esiin nousi kaksi eri vaihtoehtoa.

Ensimmäisenä mieleen tuli piikkimainen ratkaisu, jossa pellon muokkaamisessa käytettävän S-piikki äkeen piikit soveltuisivat mahdollisesti tehtävään hyvin. Etuna saavutettaisiin piikin keveys, mutta samalla joustavuus. Haittana koettiin kuitenkin piikin vaatima voima, jolla sitä pitäisi maahan painaa. Tämä toisi lisää vaatimuksia laitteen rungolle, ja rungosta pitäisi tehdä järeämpi. Lisäksi piikin toimintavarmuus erikövuisilla mailla on vaihteleva, ja se saattaa esimerkiksi kerätä heinää ympärilleen, mikä osaltaan heikentää laitteen toimivuutta.

Pohdintojen perusteella lopulliseen tuotteeseen päädyttiin suunnittelemaan kiekkomallinen merkitsin. Kiekon kulmaa säätämällä uran suuruuteen on helppo vaikuttaa. Lisäksi kiekko toimii hyvin kaikilla maalajeilla ja tekee tasaisen jäljen. Kylvökoneen ajouran merkitsimessä on käytetty jousi- ja kiekko yhdistelmää, jossa jousen päähän on kiinnitetty kiekko. Projektissa päädytään

käyttämään samaa ratkaisua, koska joustavuutta kaivataan rakenteeseen muuttuvien pinnanmuotojen takia.

Kiekkoa ei tarvitse itse valmistaa, vaan sen voi ostaa erikseen suoraa varaosana (3). Jousi- ja kiekkoyhdistelmä on helppo asentaa ja säätää. Jousi asennetaan 50x50 mm RHS-metalliputkeen, joten ruiskutusurien merkitsimen runko täytyy valmistaa ainakin osittain kyseisestä putkesta.

### **4.1.3 Rungon rakenne**

Ruiskutusurien merkitsin tarvitsee itselleen rungon. Rungon vaatimuksena on nostaa ja laskea maahan kiekot, jotka tekevät uran maahan. Vaatimuksena on myös kestää runkoon kohdistuva rasitus. Rakenteen tulee olla yksinkertainen ja siisti. Rungon suunnittelu aloitetaan paperille yksinkertaisia piirroksia piirrellen ja eri ratkaisuja miettien. Rungon rakennetta ideoidessa syntyi kaksi erilaista vaihtoehtoa, joista toinen osoittautui yksinkertaisemmaksi ja varmatoimisemmaksi.

Ensimmäisenä ideana tuli teleskooppimallinen rakenne. Tässä rakenteessa olisi kaksi sisäkkäin menevää putkea tai tankoa, jotka pystyyn asennettuna sisäkkäin liikuttamalla saisivat aikaan pystysuuntaisen liikkeen. Tässä etuna olisi vankka ja jäykkä rakenne, joka olisi helposti toteutettavissa normaaleissa konepajaolosuhteissa. Samalla koetaan jäykkyys kuitenkin myös ongelmaksi, koska pellon pinta on harvoin niin tasainen, että jäykkä rakenne koituisi eduksi. Haasteena olisi myös oikean geometrian löytäminen etänä suunnittelussa. Idea oli kuitenkin käyttökelpoinen, ja se toi työlle vaihtoehtoisia ratkaisuja.

Toisena ideana tuli niin sanottu aisamallinen toteutus. Aisamallisessa toteutuksessa etuna on sen vielä yksinkertaisempi rakenne ja parempi joustavuus. Tarkoituksena olisi siis kiinnittää aisat jälkiharan jatkoksi, joiden päähän kiekot liitettäisiin. Joustavuutta lisäämään kiekkojen kiinnitys tehtäisiin niin sanotuilla jousipiikeillä, joilla kylvökoneen rivimerkitsimetkin on toteutettu. Aisamallinen ratkaisu toimii myös paremmin tilanteessa, jossa esimerkiksi kivi osuu uraa tekevään kiekkoon ja täten hieman nostaa kiekkoa ylöspäin.



#### 4.1.4 Liikkeen toteuttaminen

Koska kiekko täytyy saada maahan ja ylös sieltä, täytyy liike saada jollakin aikaan. Liikkeen toteuttamiseen on montakin vaihtoehtoa, mutta niistä yksi nousi muiden yläpuolelle heti suunnittelun alettua.

Hydrauliikka nousi esille heti suunnittelun alettua, koska kylvökoneen kaikki muutkin toiminnot on toteutettu hydrauliikan avulla. Hydrauliikka on varmatoiminen ja vahva, ja sitä on helppo lisätä jo olemassa olevaan hydrauliikkapiiriin. Hydraulikomponentit ovat myös kohtuullisen hintaisia, ja niitä on saatavilla helposti myös paikallisista hydrauliikka-alan liikkeistä. Vaikka muitakin vaihtoehtoja on, päätettiin heti projektin alussa, että laitteen toiminta tullaan toteuttamaan hydrauliikalla.

Pneumatiikka ei sovellu tähän käyttötarkoitukseen kovinkaan hyvin. Traktorissa ei ole paineilmalaitteita, joten paineilmaa ei ole saatavilla. Pneumatiikka itsessään on erittäin käyttökelpoinen menetelmä, mutta se vain ei yksinkertaisesti sovellu tähän kohteeseen. Jos pneumatiikkaa kuitenkin haluttaisiin väkisin käyttää, täytyisi traktoriin asentaa kompressori ja ilmasäiliö, joka keräisi painetta jota käytetään tarvittaessa. Laitteen rungon suunnittelussa pneumatiikka toimisi, siinä missä hydrauliikkakin, eikä se vaatisi erityisiä toimenpiteitä.

Sähkötoiminen karamoottori nousi myös alussa esille, ja sitäkin vaihtoehtoa pohdittiin perin pohjin. Sähkötoimisissa laitteissa ongelmaksi koituu monesti kosteus, jolle kohde on myös altis. Kylvökonetta joudutaan monesti siirtelemään vesikelillä, jolloin vesi roiskuu jyräpyörästön takana oleville urien merkittävimmille asti varmasti. Kylvytyöt ovat myös pölyistä työtä, joka saattaa vaikuttaa sähkölaitteen luotettavuuteen. Pölyisyydestä johtuen konetta täytyy myös pestä, ja viimeistään tällöin kosteudesta tulisi ongelma. Ongelmaksi koettiin myös virrankulutus ja karamoottorin hidas toiminta. Sähkötoiminen karamoottori ei kestä myöskään pellon pintojen muodosta syntyvää fyysistä rasitusta, ja se rikkoisi karamoottorin nopeasti.

Viimeisenä vaihtoehtona tuli mieleen täysin mekaaninen ratkaisu, joka olisi todella vaikea toteuttaa. Mekaaniseen vaihtoehtoon tarvitsisi lisätä joka tapauksessa sähköisiä komponentteja, jotka vapauttaisivat laitteen ja päästäisivät kiekot maahan. Konetta ylös nostettaessa jonkun täytyisi nostaa merkittävän ylös ja taas lukita yläasentoon. Tätä ratkaisua ei kuitenkaan alettu pohtimaan sen tarkemmin, koska toteutus olisi vaikea ja koska muut vaihtoehdot ovat huomattavasti yksinkertaisempia ja toimintavarmempia.

## 4.2 Hydrauliiikka

Kasvinsuojeluruiskutusurien merkitsemislaitteessa päädyttiin käyttämään hydrauliiikkaa, koska se soveltuu kohteeseen parhaiten. Paine merkitsimen sylintereille otetaan kylvökoneen nostosylinteristä haaroittamalla. Koska merkitsintä ei tarvitse eikä saa laskea alas joka kerta kun kone lasketaan, tarvitaan hydrauliikkajärjestelmään venttiili, jolla suljetaan ruiskutusurien merkitsemislaitte pois aktiivisesta hydrauliikkapiiristä.

Itse kylvökone on kiinnitetty tarktorin takana sijaitseviin hydrauliikkalohkoihin letkuilla, jotka menevät joko suoraan toiminnolle tai magneettiventtiileille, joita kylvökoneen ohjain ohjaa automaattisesti. Kylvökonetta vedetään Massey Ferguson 6180 -traktorilla joka tuottaa 180 bar paineen. Hydrauliiikan tuotto on 56,5 l/min, jolla ei tässä tilanteessa ole merkitystä muuhun kuin merkitsimen liikkeiden nopeuksiin (7).

### 4.2.1 Hydraulisyylinterin mitoitus

Hydraulisyylinteri tulee mitoittaa siten, että se nostaa riittävästi kiekkoja maasta ylös. Jälkihara nousee maasta noin 20 cm korkeudelle, joten merkitsimien kiekkojen täytyy nousta vähintään samalle korkeudelle, mieluummin hieman ylemmäskin, etteivät ne osu maahan väärässä kohdassa tai kylvökoneen ollessa kuljetusasennossa. Sylinterin tulee olla myös tarpeeksi vahva, että se jaksaa nostaa hyvin laitteen rungon ja kiekot.

Merkitsimiin tullaan asentamaan kaksi yksitoimista sylinteriä, jotka nostavat laitteen ylös. Olisi mahdollista toteuttaa projekti myös yhdellä sylinterillä, mutta tässä tapauksessa se ei olisi kovinkaan järkevää. Laitteeseen tulee kaksi aisaa, ja toteutus on yksinkertaisempi, kun molempiin aisoihin asennetaan oma sylinteri, eikä aleta tekemään erillisiä rakenteita, joissa sylinteri olisi keskellä.

Suunnittelussa sylinterin iskunpituudeksi päädyttiin käyttämään standardimitoilla olevia sylintereitä, koska niiden saatavuus on hyvä ja hinnat edullisempia kuin mittatilaustyönä valmistetut sylinterit. Suunnittelun edetessä sylinterin iskun pituudeksi valikoitui 100 mm.

Männän halkaisija täytyy laskea tarvittavien kuormien mukaan. Kiekot tulevat 510 mm päähän nivelpisteestä. Yhden kiekon ja jousen paino yhteensä on 8,6 kg (2). Kiekkoja tulee yhteensä 2 kpl,

joten näistä yhteispainoa kertyy 17,2 kg. Kuvassa 4 tapahtuu kiekkojen ja sen kiinitysraudan punnitseminen.



KUVA 4. Kiekon ja jousen punnitus (2)

RHS-putken seinävahvuudeksi valitaan 5 mm seinävahvuus. 50x50x5 RHS-putken paino on 6,56 kg/m ja putkea menee yhteensä nostettavaan osaan 2500 mm (8). Tästä painoa kertyy yhteensä 16,4 kg. Lisäksi rakenteen painossa täytyy huomioida aisojen paino, joka lasketaan kaavalla 1 ottaen huomioon materiaalin tiheys ja komponentin tilavuus (9). Yhden aisan tilavuus on Solidworks-mallinnuksesta mitattuna 0,4093052 dm<sup>3</sup>. S355-rakenneteräksen tiheys on 8g/dm<sup>3</sup> (10).

$$m = \rho * V \quad \text{(KAAVA 1)}$$

$$m = 3,3 \text{ kg}$$

jossa

m= massa

$\rho$ = tiheys 8  $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$

V= tilavuus 0,4093052 dm<sup>3</sup>

Kaavan 1 mukaan yhden aisan painoksi saadaan noin 3,3 kg. Yhteispainoa aisoille kertyy siis noin 6,6 kg, joka jakaantuu tasaisesti koko aisan matkalle.

Kaavalla 2 lasketaan aisojen, kiekkojen sekä muun rakenteen painoista voimat newtoneina, joiden perusteella lasketaan tarvittavaa sylinterin voimaa. (11, s. 91.) Tulokset jaetaan kahdella, koska sylintereitä tulee olemaan kaksi kappaletta, ja täten sylinterin tarvittava nostovoima jaetaan kahdelle sylinterille.

$$F = Mg \quad \text{(KAAVA 2)}$$

$$F_1 = M_1 * 9,81 \frac{m}{s^2} = 329,6 N \quad \frac{F_1}{2} = 164,5 N$$

$$F_2 = M_2 * 9,81 \frac{m}{s^2} = 64,74 N \quad \frac{F_2}{2} = 32,4 N$$

jossa

F= voima

M= massa

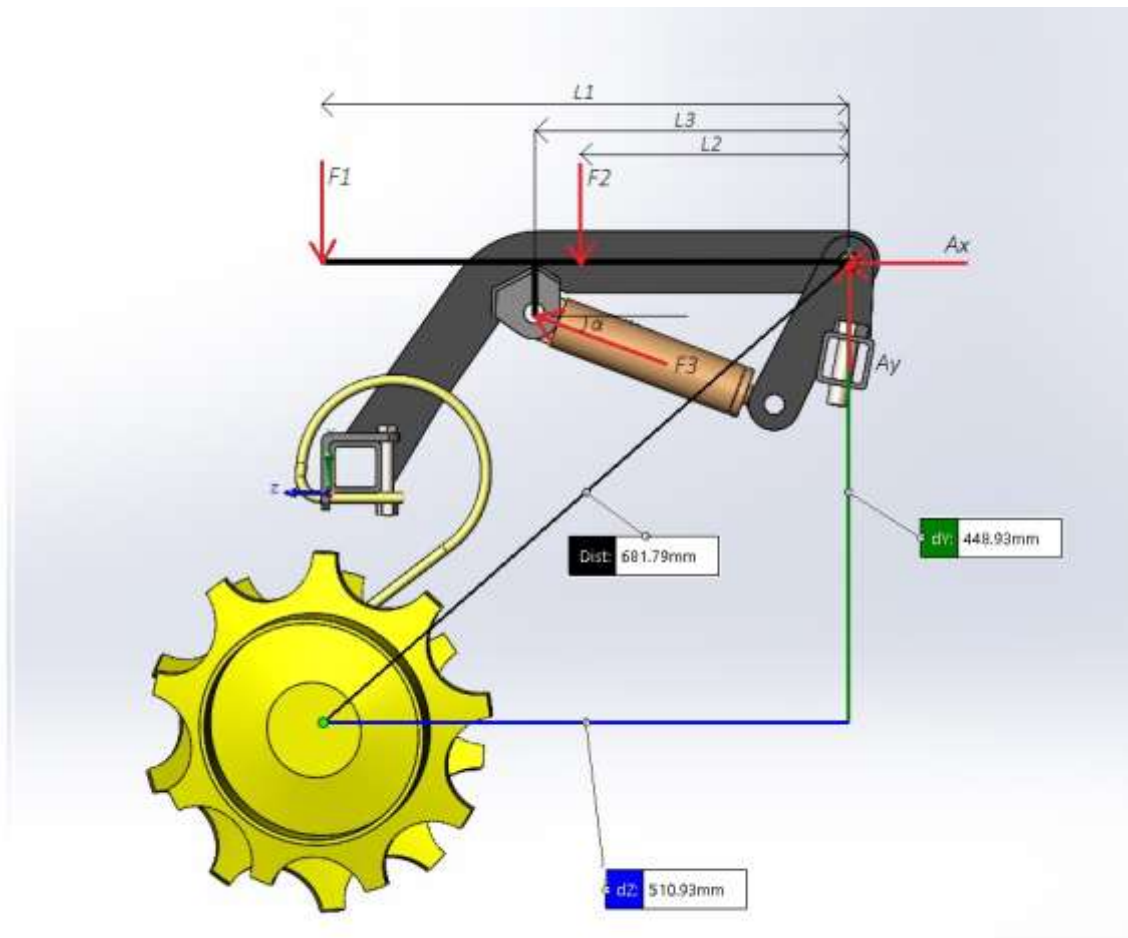
g= maan vetovoima

$M_1$  = Kiekkojen ja kiinnitysputken paino yhteensä 33,6 kg

$M_2$  = Aisojen paino 6,6 kg

Kun jo tiedossa olevat voimat ovat selvillä, lasketaan sylinterille kohdistuva voima. Rakenteesta tehdään ensin vapaakappalekuva, kuva 5, josta käy ilmi aisan rakenteeseen vaikuttavat voimat laitteen ollessa ala-asennossa.  $A_y$  ja  $A_x$  kuvaavat tukivoimia, jotka ovat aisan nivelpisteessä.  $F_3$  on

sylinteriin kohdistuva voima. Tukivoimia ei tässä tilanteessa tarvitse laskea, koska on tarkoitus laskea vain sylinteriin kohdistuva voima.



KUVA 5. Vapaakappalekuva sylinterin männän mitoitukseen

Koska tuntemattomia pystysuuntaisia voimia on enemmän kuin yksi, lasketaan jokaisesta tunnetusta voimasta erikseen momentti pisteeseen A kaavalla 3. (11, s. 93.)

$$M = F * L \quad (\text{KAAVA 3})$$

$$M_1 = F_1 * L_1 = 83,64 \text{ Nm}$$

$$M_2 = F_2 * L_2 = 9,18 \text{ Nm}$$

jossa

F<sub>1</sub>= aisojen päähän kohdistuva pystysuuntainen voima 164 N

F<sub>2</sub>= aisojen painosta kohdistuva pystysuuntainen voima 36 N

α= 20°

L<sub>1</sub>= voiman etäisyys nivelpisteestä 510 mm

L<sub>2</sub>= voiman etäisyys nivelpisteestä 255 mm

Sen jälkeen lasketaan kaavalla 4 sylinteriin kohdistuva voima F<sub>3</sub>. (11, s. 147.) Kuten vapaakappalekuvasta selviää, tulee sylinterille kohdistuva voima olemaan 20 asteen kulmassa. Sylinterin kiinnityskohta on 50 mm alempana kuin aisan nivelpiste, mutta tämä on niin pieni varsi, ettei varren tekemää vaakavoimaa tarvitse ottaa huomioon.

$$F_3 = \frac{(M_1 + M_2)}{\sin(\alpha) * L_3} \quad (\text{KAAVA 4})$$

$$F_3 = 904,6 \text{ N}$$

F<sub>3</sub>= sylinteriin kohdistuva vino voima

L<sub>3</sub>= voiman etäisyys nivelpisteestä 300 mm

Yhden sylinterin täytyy siis työntää enemmän kuin 904,6 N, jotta laite nousee ylös halutulla tavalla.

Tämän jälkeen lasketaan kaavalla 5 sylinterin männän halkaisija. (12, s. 9.)

$$D = \sqrt{\frac{4 * F}{\pi * \eta * p}} \quad (\text{KAAVA 5})$$

$$D = 6,53 \text{ mm}$$

jossa

D= männän halkaisija

F= sylinterille kohdistuva voima 904,6 N

p= hydrauliiikan paine 180 bar

η= varmuuskerroin 1,5

Sylinterin männän halkaisijaksi saadaan noin 6,5 mm. Tällaista sylinteriä ei ole kuitenkaan mahdollista asentaa laitteeseen mekaanisesta rasituksesta johtuen. Männän varrella ei ole tässä tapauksessa merkitystä, koska sylinteristä tarvitaan vain työntävä puoli käyttöön. Männän varsi olisi kuitenkin liian ohut, jos näin pienen sylinterin valmistaisi, eikä se tulisi kestävänsä. 6,5 mm männällä olevaa sylinteriä ei myöskään ole markkinoilta helposti saatavilla, joten tähän käyttöön valitaan standardimitoilla tehty sylinteri.

Paikallisesta hydraulikka-alan liikkeestä kysyttynä pienin heidän valikoimassaan oleva hydraulisyylinteri on 40 mm männän halkaisijalla ja sylinterin varren halkaisija on 20 mm (13). Tämä sylinteri on asennusmitaltaan oikean mittainen ja sylinteri sopii kaikinpuolin fyysisesti laitteen rakenteeseen. Sylinteri on reilusti ylimitoitettu laitteen vaatimuksiin, mutta siitä ei ole haittaa, koska sylinteri on edelleen huomattavasti pienempi kuin kylvökoneen nostosylinteri, mikä on tärkeää merkitsemislaitteen liikkeiden nopeuden kannalta. 40 mm männällä oleva sylinteri työntää kaavan 6 mukaan 180 bar paineella noin 21 kN, joka on yli 20-kertainen tarvittavaan voimaan nähden. (12, s. 9.)

$$F = p * \left(\frac{\pi * D^2}{4}\right) \quad \text{(KAAVA 6)}$$

Jossa

F= voima

p= paine

D= sylinterin männän halkaisija

Tilaaaja hankkii 40x20x100 hydraulisyylinterin laitetta varten paikallisesta hydraulikka-alan liikkeestä. Sylinteri ostetaan kaksitoimisena, ja sen toiseen letkuliitäntään asennetaan huohotin. Tällä tavalla sylinteristä saadaan yksitoiminen.

#### 4.2.2 Hydraulikkapiirin suunnittelu

Laitteessa olevaa hydraulikkaa täytyy ohjata jollain, ja sitä varten projektiin käytetään hydraulikkaventtiiliä. Mekaaniset venttiilit eivät sovellu kohteeseen, koska laitteen on tarkoitus toimia muun kylvökoneen mukana, eikä käsikäyttöisesti. Myöskään kokonaan erillinen hydraulikka ei sovellu käyttötarkoitukseen, koska työn tilaaja haluaa laitteen toimivan automaattisesti, ilman että siihen tarvitsee kiinnittää erikseen huomiota.

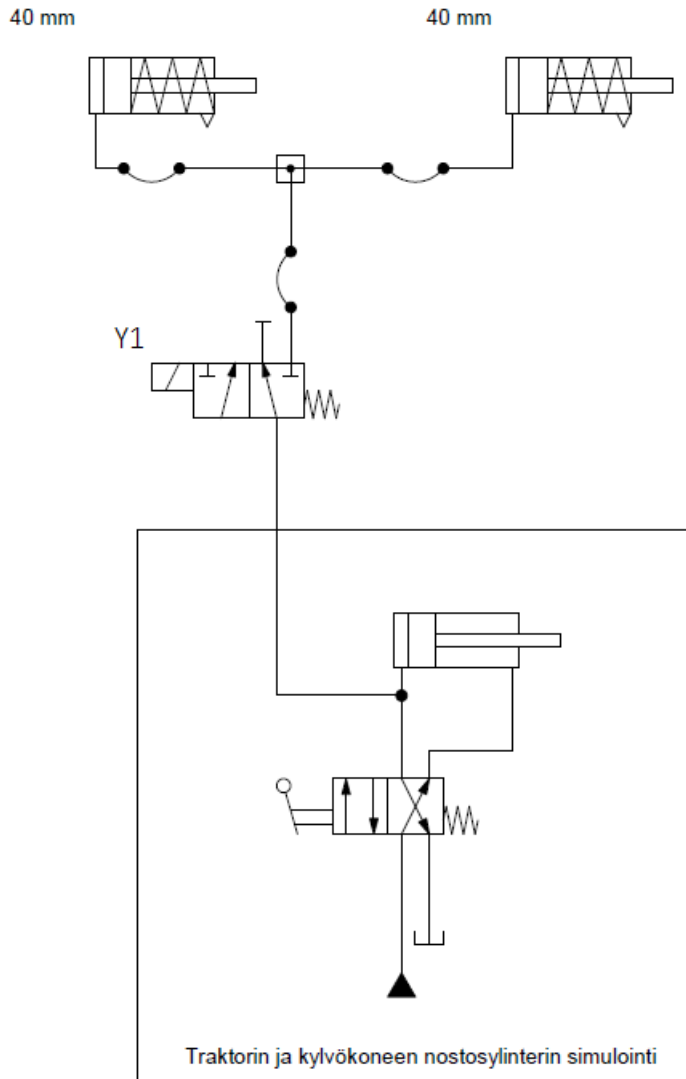
Venttiiliksi valitaan sähköohjattu jousipalautteinen monostabiili 3/2 suuntaventtiili, jolla laitteen toiminta saadaan osaksi kylvökoneen omia toimintoja. Venttiilin tehtävänä on vain sulkea merkitsemislaitte pois muusta hydraulikkajärjestelmästä silloin, kun merkitsimen ei tarvitse tehdä maahan uria. Koska sylinterit ovat yksitoimisia, tarvitsee venttiilissä olla lähdöt vain sylintereille menevälle letkulle. Teoriassa 2/2 suuntaventtiili riittäisi toteuttamaan merkitsimen hydrauliiikan toiminnot, mutta 2/2 suuntaventtiileitä ei saa ainakaan paikallisesta hydraulikka-alan liikkeestä (13). Koska 3/2 venttiilissä on kolme letkulähtöä, täytyy yksi lähdöistä tukkia tulpalla.

3/2 suuntaventtiili on yleinen, ja sitä käytetään monissa hydraulikkajärjestelmissä. Niiden saatavuus on hyvä, ja komponentit löytyvät paikallisesta hydraulikka-alan liikkeestä. 3/2 suuntaventtiiliin päädytään, koska se pystyy tekemään tarvittavat toiminnot. Venttiiliksi valitaan jousipalautteinen monostabiili venttiili, koska ohjaus on helppo toteuttaa sähköjen osalta tällä menetelmällä. Junkkari kylvökoneen muissa venttiileissä on 3/4" liitännät, joten valitaan merkitsimeen samankokoisilla liitännöillä oleva magneettiventtiili (2).

Laitteen hydraulikka on yksinkertainen, ja siinä hyödynnetään kylvökoneessa jo ennestään olevaa hydraulikkaa. Kylvinkoneessa on nostosylinteri, joka nostaa koko koneen ylös pellon päisteissä ja kuljetuksessa. Tästä kylvinkoneen nostosylinteristä haaroittamalla saadaan myös paine merkitsemislaitteen nostosylintereille.

Kuvassa 6 näkyy laatikon sisällä traktorin sekä kylvökoneen hydraulikkaa, jotka on tehty vain simulointia varten. Laatikon sisällä oleva kaksitoiminen hydraulisylinteri kuvaa kylvökoneen nostosylinteriä, jonka toisesta lähdöstä on haaroitettu letku merkitsimien magneettiventtiilille Y1.





KUVA 6. Merkitsimen hydraulikkakaavio

3/2 magneettiventtiili sijoitetaan kylvinkoneessa lähelle nostosylinteriä, koska se on siellä suojassa ulkoisilta iskuilta. Magneettiventtiilitä hydraulikka viedään letkulla merkitsimelle, jossa se haaroitetaan keskeltä laitetta. Halutessaan tilaaja voi laittaa kylvökoneen ja merkitsimen väliseen letkuun pikaliittimen, jotta laite olisi mahdollisimman helppo irrottaa silloin, kun sitä ei tarvitse. Hydraulikkapiiriin ei tarvitse suunnitella ohivirtausta, koska se on tehty jo valmiiksi kylvökoneen omassa hydraulikassa.

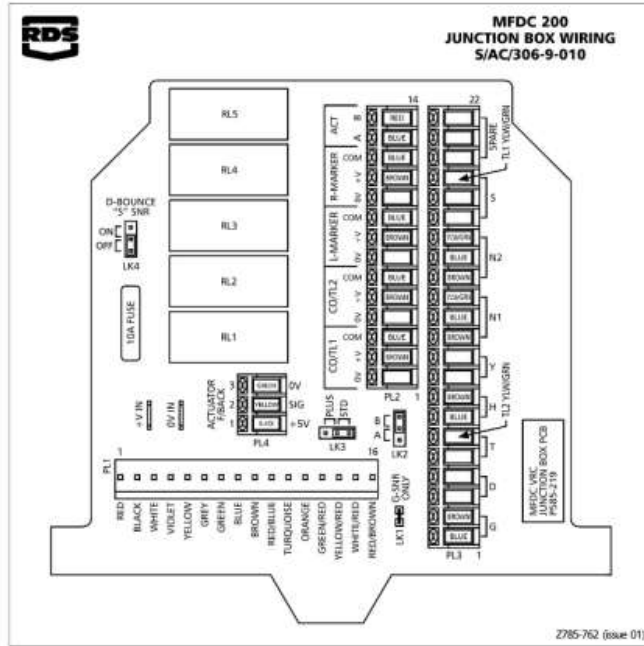
Laite tulee toimimaan siten, että kylvökoneen nostosylinteri laskee ensin ja sen jälkeen vasta merkitsimet. Tämä johtuu siitä, että nostosylinteriin kohdistuu huomattavasti enemmän kuormaa, joka saa aikaan enemmän painetta, kun merkitsimen paino sen nostosylintereihin.

### 4.3 Magneettiventtiilin ohjaus

Laitteeseen täytyy tehdä myös sähkötöitä, koska hydrauliiikan ohjaus tullaan tekemään sähköllä. Opinnäytetyön tekijällä on aiempaa koulutuksena sähköalan perustutkinto, joten aihe ei ole tekijälle vieras. Aiempi koulutus ja osaaminen tukevat erinomaisesti projektia, koska kokonaisuus on helppo hahmottaa myös sähkötöiden osalta. Hydrauliiikassa päädytään käyttämään sähköisesti ohjattavaa magneettiventtiiliä. Luonnollisesti magneettiventtiilille täytyy löytää järkevä ohjaus, joka ohjaa hydrauliiikkaa oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan.

Koska kylvökoneessa on valmiiksi lisävarusteena sähköllä toimiva syöttörullia sulkeva varuste, on ohjauksen etsiminen suhteellisen helppoa ja yksinkertaista. Aina, kun kylvökoneen tietokone ohjaa syöttörullia sulkevan magneettikytkimen päälle, saa merkitsimen hydrauliiikan magneettiventtiili samalla aueta, ja näin päästää merkitsimen laskeutumaan maahan, kylvökoneen laskeutuessa pellon päisteessä. Kun ruiskutusura on tehty ja saavutaan pellon toisen pään päisteeseen sekä kylvökone ja merkitsimet on nostettu ylös, antaa kylvökoneen tietokone käskyn, joka saa syöttörullat sulkevan magneettikytkimen virran katkeamaan. Samalla virta ruiskutusurien merkitsimen magneettiventtiililtä katkeaa ja venttiili palaa takaisin kiinni, alkuperäiseen asentoon ja täten merkitsimet jäävät taas ylös seuraavalla kerralla kun kylvökone lasketaan maahan.

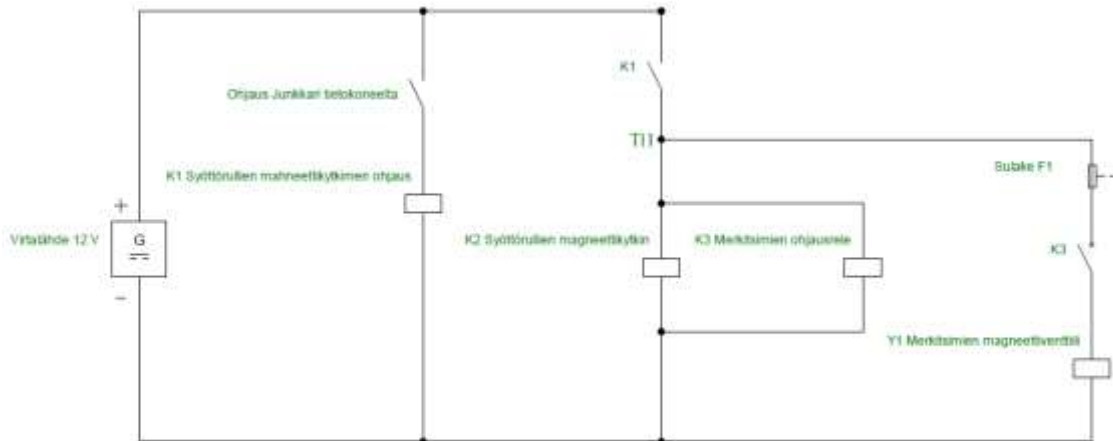
Jotta magneettiventtiilin ohjausta voidaan alkaa suunnitella, täytyy Junkkarin kylvökoneesta saada sähkökaavio, josta käy ilmi relekotelon releet ja johdotuksen lähdöt. Tämän jälkeen etsitään syöttörullien sulkemista ohjaavat releet ja niiden liittimet. Näistä liittimistä otetaan myös hydrauliiikan magneettiventtiileille ohjausvirta. Syöttörullien magneettikytkimien ohjausta käytetään myös merkitsimien sylinterien ohjaukseen.



- T11** AJOURA VASEN
- T12** AJOURA OIKEA
- H** NOPEUSANTURI
- RML** RIVIMERKITSIN VASEN
- RMR** RIVIMERKITSIN OIKEA
- N1** SÄILÖVAHTI SIEMEN
- N2** SÄILÖVAHTI LANNOITE

KUVA 7. Junkkari kylvökone sähkökaavio (14, s.100.)

Kuten kuvasta 7 voidaan huomata, T11 ja T12 ovat kylvökoneen syöttörullia sulkevien magneettikytkimien ohjaukseen käytetyt liittimet. Koska Junkkarin oman virtapiirin ja releiden virrankestosta ei ole varmuutta, suunnitellaan hydraulikan magneettikytkimen ohjaus varmuuden vuoksi, erillistä ohjausrelettä käyttäen. Työssä suunnitellaan sähkökaavio, jonka jälkeen tehdään sähkökytkennät kuvan 8 mukaisesti. Kuvassa K1, K1 kosketin ja K2 ovat jo valmiiksi kylvökoneessa olevia komponentteja. K3 on hydraulikan magneettiventtiilin ohjausrele. Y1 kuvastaa hydraulikan magneettiventtiiliä. Kuvassa näkyy myös sulake ja ohjausreleiden koskettimet, jotka ovat merkitty samoin tunnuksin kun niitä ohjaavien releiden kelat.



KUVA 8. Hydrauliiikan magneettiventtiilin ohjauspiirustus

Asennetaan kylvökoneeseen rele sulkeutuvalla koskettimella, jonka ohjauksen plus-napa liitetään T11 liittimeen. Releen koskettimeen otetaan suora virta Junkkarin omaan relekoteloon tulevasta virtajohtimesta ja koskettimen toiselle puolelle kytketään hydrauliiikan magneettiventtiilin ohjauks. Miinusnapa releen ja hydrauliiikan magneettiventtiiliin otetaan kylvökoneen rungosta. Näin asennettuna, aina kun kylvökone kytkee syöttöruullia ohjaavat magneettikytkimet päälle, ohjaa kylvökone samalla merkitsemislaitteen magneettiventtiilin ”auki” asentoon.

Työ ei edellytä paljon sähkötyötä, eivätkä ne tule viemään paljon aikaa merkitsemislaitetta valmistettaessa. Kylvökoneen oma relekotelo sijaitsee kylvökoneen säiliön etuosassa, joten sähkökaapelia tarvitsee vetää noin kolme metriä, riippuen siitä, mitä reittiä johdin on paras kuljettaa.

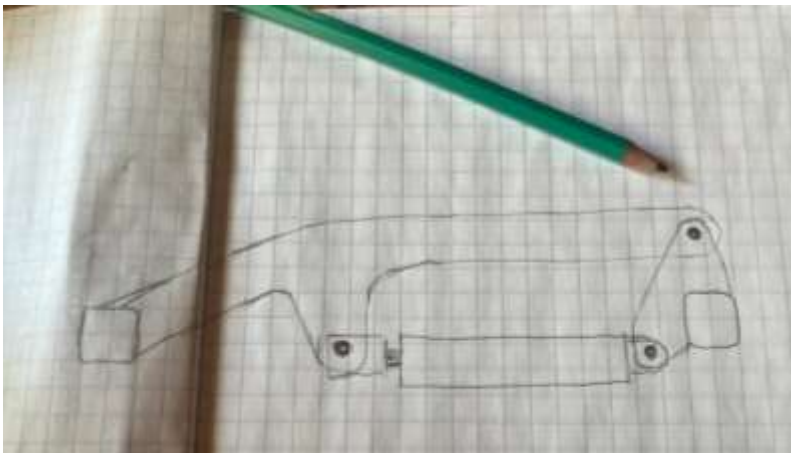
## 5 3D-MALLINTAMINEN JA SUUNNITTELU

Ruiskutusurien merkitsemislaitteesta mallinnetaan 3D-mallinnus Solidworks-ohjelmalla. 3D-mallinnuksen mukaan työn tilaaja pystyy valmistamaan laitteen joko itse tai tilaamalla sen paikalliselta konepajalta. Laitteesta tehdään myös piirustukset, joiden mukaan kokoonpanon osat pystytään valmistamaan.

Mallintamisessa hyödynnetään aiempaa Solidworks-osaamista sekä tarvittaessa pyydetään apua ohjelman eri toimintojen kanssa. Haasteena mallintamisessa on muutaman vuoden tauko Solidworks-ohjelman käytöstä sekä etänä suoritettava suunnittelutyö.

### 5.1 Paperille hahmottelu

Laitteen geometriaa hahmotellaan ensin paperille perinteisin menetelmin, oikeiden mittasuhteiden löytämiseksi suurinpiirtein. Paperille hahmottelu auttaa työn lopullisessa suunnittelussa ja se helpottaa Solidworks-työskentelyä. Kuvassa 9 näkyy ensimmäinen hahmotelma, jossa on haettu hieman mittasuhteita ja muotoa. Lopullinen ratkaisu poikkeaa ensisuunnitelmasta huomattavasti.



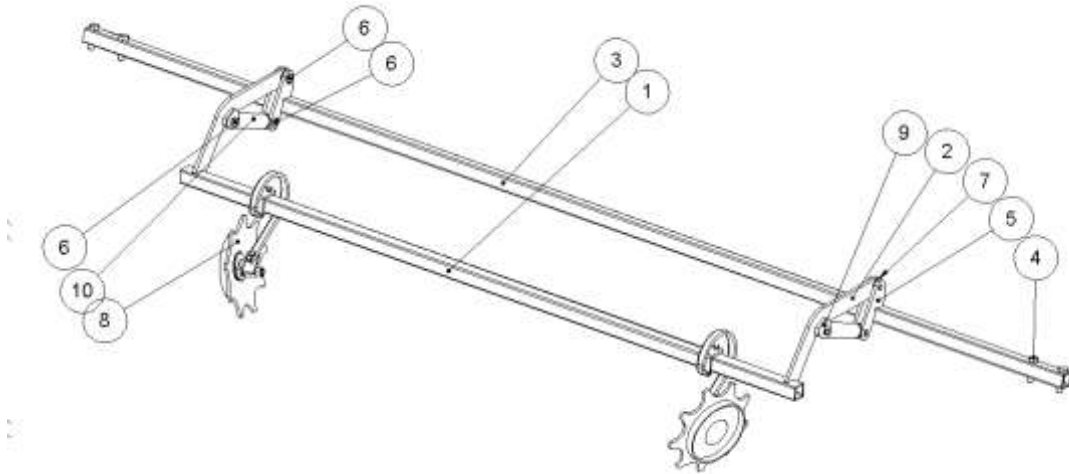
*KUVA 9. paperille hahmoteltu luonnos*

Ruutupaperille hahmoteltaessa käytettiin hyödyksi paperin ruutuja oikean mittasuhteen löytämiseksi. Paperille hahmotellut kuvat ovat hyvin suurpiirteisiä niin mittojen kuin geometriankin osalta. Tästä saavutetaan kuitenkin merkittävä hyöty kokonaistulokseen ja säästetään paljon turhaa työtä.

## 5.2 Solidworks-mallinnus

Solidworks on nopeaan tietokoneavusteiseen suunnitteluun luotu ohjelmisto, jolla pystyy mallintamaan kolmiulotteisia kappaleita. Solidworks sisältää tilavuus- ja pintamallinnustyökalut. Ohjelma on ammattikäyttöön suunniteltu ja se on erittäin käyttökelpoinen ohjelmisto tähänkin projektiin. (15.)

Solidworks-mallinnuksen tuloksena syntyi kuvan 10 kaltainen piirustus, jossa on komponenttien numerointi ja niiden osaluettelo. Osaluettelosta selviää, kunkin komponentin lukumäärä, materiaali ja nimike. Kuvasta 10 saa myös kokonaiskäsityksen siitä, missä komponentit sijaitsevat laitteessa.



10	Hydraulisylinteri 40x20x100	S_1000				2
9	Hydraulisylinterin taalempi korvake	EV_1008		S355		4
8	Merkits emiskiekkö	J_1000				2
7	Holkki	EV_1005		S355		4
6	Tappi	EV_1004		S355		6
5	Aisojen nivel	EV_1003		S355		4
4	Kiinnitysruuvi	ISO 4015 - M20 x 70 x 46-N				4
3	Eturunko	EV_1000		S355J2H	3980x50x50x5	1
2	Nostoaisa	EV_1002		S355		2
1	Takarunko	EV_1001		S355J2H	2500x50x50x5	1
Osa Item	Nimitys Description	Osanumero PART NUMBER	Standardi Standard	Materiaali Material	Mitat Dimensions	Kpl Qty

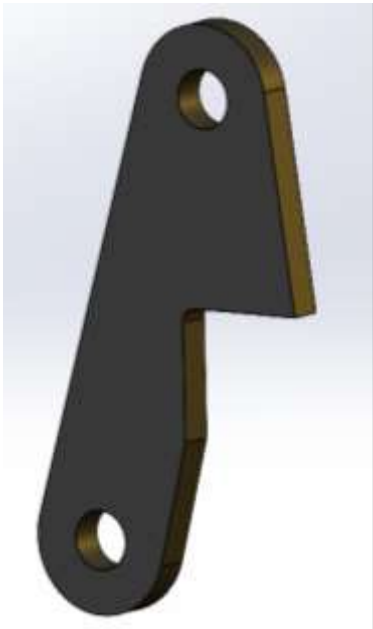
KUVA 10. Kokoonpanokuva ja osaluettelo

Seuraavaksi tutkitaan jokainen komponentti hieman yksityiskohtaisemmin

3D-mallinnus aloitetaan suunnittelemalla laitteen kiinnitys kylvökoneeseen. Kuten aiemmin on suunniteltu, merkitsin kiinnitetään kylvökoneen jälkiharaan erillisellä kiinnitysraudalla,

nousuaskelman eteen. Tätä kiinnitysrautaa kutsutaan laitteen eturungoksi. Solidworks-mallinnuksessa mallinnetaan oikean mittainen 50x50x5 mm RHS-putki, jonka päihin tehdään 16 mm reiät, joiden avulla laite kiinnitetään neljällä M16 ruuvilla. Näin laite on helppo irrottaa tarvittaessa.

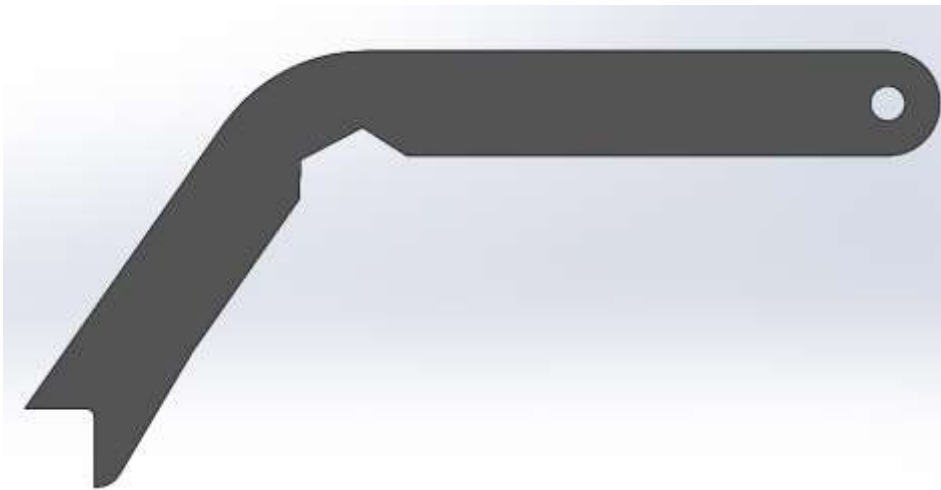
Seuraavaksi eturunkoon suunnitellaan kuvan 11 mukainen aisojen nivel. Samaan komponenttiin kiinnitetään myös hydraulisynterinin toinen pää. Rakenteesta on tarkoitus tehdä mahdollisimman yksinkertainen ja siisti. Sylinterin korvakko tehdään hieman taaemmas kuin aisan nivel. Sylinteri tulee parempaan kulmaan muuhun rakenteeseen nähden aisojen noustessa ylös, kun sylinterin korvakko on eri linjassa aisojen nivelen kanssa. Metallilevystä leikataan neljä kuvan 11 kaltaista kappaletta, jotka hitsataan merkitsemislaitteen eturunkoon.



*KUVA 11. Aisojen nivel*

Kun aisojen nivel ja eturunko ovat käyttökelpoisia, on nostoaisojen vuoro. Nostoaisojen pituus määrittyy jälkiharaan ja aisoihin kiinnitettävien kiekkojen mittojen mukaan. Jälkihara tulee kiinnitysraudasta noin 130 mm taakse päin. Kiekkon halkaisija on 340 mm, joten kiekko tulee kiinnityskohdastaan noin 170 mm eteenpäin. Kiekkoa ei ole tarve kiinnittää kuitenkaan ihan kiinni jälkiharaan, joten katsotaan tilaajan kanssa järkeväksi jättää noin 200 mm väli jälkiharaan ja kiekko väliin, koska paketista halutaan avara yksinkertaisuutensa takia. Hydraulisynterineille jää myös hyvin tilaa, joten sylinterin asennuspituutta ei tarvitse pitää silmällä kuin vain hydraulisynterinin taaemman korvakon kohdalta. Yhteensä aisojen pituuden täytyy olla siis noin 500 mm.

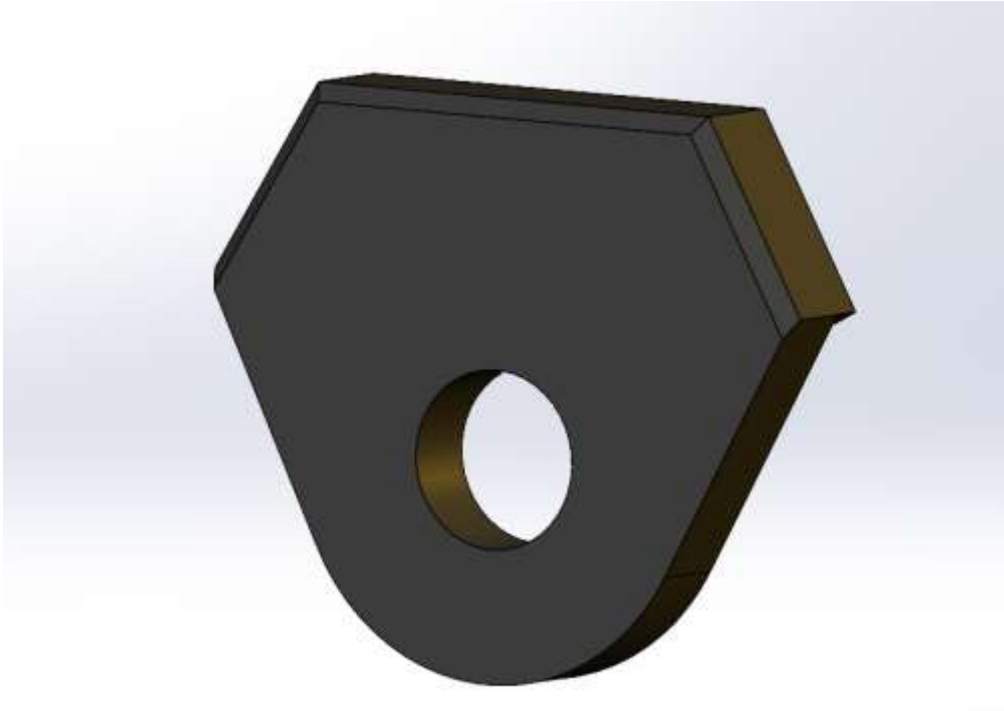
Kuvan 12 mukaiset aisat tehdään metallilevystä leikkaamalla. Tähän päädytään, koska levymäiset aisat joustavat sivuttaissuunnassa paremmin kuin putkesta tehdyt aisat. Tästä on hyötyä, kun kylvökoneella tehdään jyrkkiä käännöksiä ja kiekot ovat maassa. Kylvökoneen akseli on lähellä kiekkoja, joten kiekkoihin ei kohdistu suurta sivuttaista voimaa. Levymainen rakenne on lisäksi siistin näköinen eikä se kerää turhaa maa-ainesta päälle keväen kuivissa olosuhteissa. Täten laitteen paino pysyy vakiona eikä sitä tarvitse ottaa huomioon sylinterin mitoituksessa. Tämä rakenne sopii myös erittäin hyvin kylvökoneen muuhun ulkoasuun, koska kylvökoneen suunnittelussa on käytetty samantyyllisiä ratkaisuja. Nostoaisan mutkakohdassa oleva leikkaus johtuu hydraulisynterän kiinnityksestä. Sylinterin asennuspituus on 250 mm, minkä takia aisaan täytyy saada sylinterille sopiva paikka.



*KUVA 12. Merkitsemislaitteen nostoaisa.*

Hydraulisynterän toiselle päälle täytyy tehdä korvakko, joka hitsataan nostoaisaan. Aisassa olevan leikkauksen yläpuolelle hitsataan kuvan 13 mukaiset korvakot molemmille puolille, joihin synterän pää kiinnitetään tappiliitoksella. Korvakko valmistetaan 10 mm metallilevystä leikkaamalla. Korvakon reunaan on tehty viiste, että maa-ainesta jäisi mahdollisimman vähän korvakon päälle. Lisäksi viiste on siistin näköinen, eikä terävä reuna aiheuta turhia vaaratilanteita.

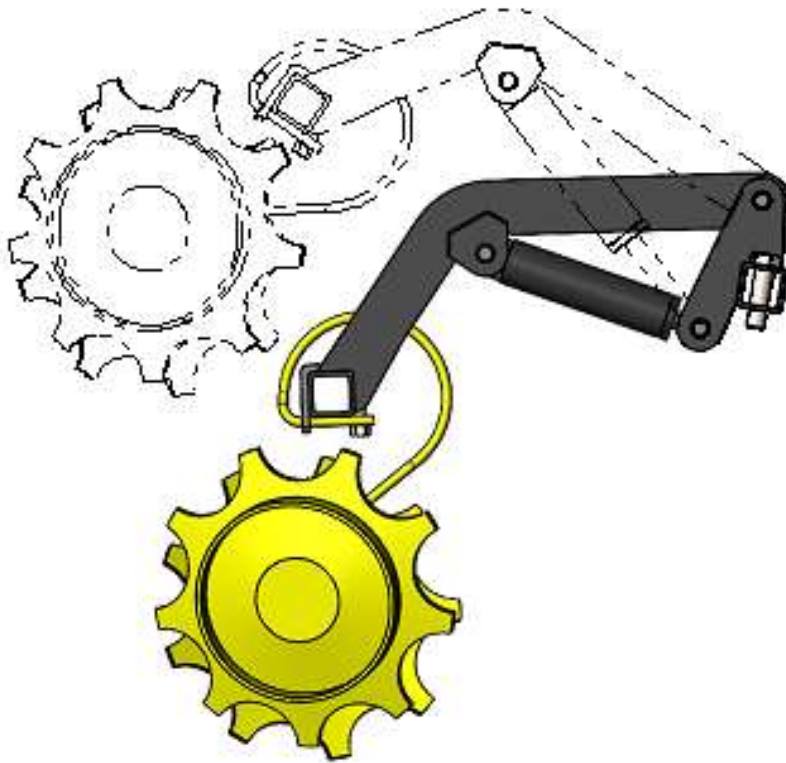




*KUVA 13. Hydraulisynterinin taaempi korvakko*

Aisojen päähän täytyy laittaa 50x50 RHS putki, jota kutsutaan takarungoksi. Kiekkojen jousi kiinnitetään takarunkoon siihen tarkoitetulla ruuvikiinnitteisellä kiinnikkeellä. Tästä etuna saavutetaan myös kiekkojen säädettävyys. Koska kiinnitys on kiekkojen jousiin tarkoitetuilla kiinnikkeillä, on niiden säätäminen sivusuunnassa portaaton ja sitä pystyy säätämään laajasti eri raidevälille. Takarunko kiinnitetään aisoihin hitsaamalla, koska liitoksen purkaminen jälkepäin ei ole tarpeellista. Kiekkojen paikka olisi haastava arvioida ennakkoon, koska kiekon maahan piirtämää jälkeä ja jäljen muotoa on hankala arvioida ennakkoon. Tästä syystä säätö on hyvä tehdä kenttäolosuhteissa laitteen toimiessa. Säätöön tarvitaan vain kaksi lenkkiavainta, ja pellolla on helppo katsoa kohta, mihin urat halutaan piirtää. Laitte tarvitsee säätää vain kerran, jos kylvökoneeseen ei tehdä muutoksia ja jos vetotraktorin raideleveys säilyy samana.

Laitteesta tehdään kaikki osat kattava kokoonpanokuva, josta käy ilmi oikeat mittasuhteet eri osien välillä oikeissa paikoissa. Lisäksi kokoonpanokuvassa käy ilmi laitteen liikerata. Kuvassa 14 on kuvattu laitteen kokoonpanokuva siivusuunnasta. Kuvassa katkoviivalla piirretty osio kuvaa merkitsemislaitetta yläasennossa. Kuvan tarkoituksena on havainnollistaa laitteen geometria ja mittasuhteet.



*KUVA 14. Merkitsemislaitteen sivuprofiili*

Kuten luvun 4.2.1 laskelmista jo kävikin ilmi, hydraulisynterin kulmaksi määräytyi  $20^\circ$ . Tämä helpottaa sylinterin työtä, merkitsemislaitte on rakenteeltaan yksinkertainen ja se on helppo valmistaa. Merkitsemislaitteen valmistamiseen ei tarvitse mitään erikoiskomponentteja, ja kokoonpano on yksinkertainen ja helposti toteutettavissa konepajaolosuhteissa.

## 6 PIIRUSTUSDOKUMENTTIEN LAADINTA

Merkitsemislaitteen piirustuksia ei liitetä opinnäytetyöhön. Ainoastaan kokoonpanokuva on osa opinnäytetyötä. Loput osakohtaiset piirustukset toimitetaan suoraan tilaajalle. Piirustuksista käy ilmi jokaisen komponentin päämitat ja käsityönä valmistettavien osien tarkat, oleelliset mitat toleransseineen. Kokoonpanokuva sisältää osaluettelon, josta käy ilmi kaikkien komponenttien lukumäärät. Kokoonpanokuvan avulla merkitsemislaitteen kokoonpano onnistuu työn tilaajalta tai konepajalta, joka laitteen valmistaa.

Levymäiset komponentit on tarkoitus leikata esimerkiksi CNC-ohjatulla vesileikkurilla tai CNC-ohjatulla plasmaleikkurilla. Levymäisistä osista luodaan DXF-tiedostot, jotka tilaaja voi toimittaa suoraan osat leikkaavalle yritykselle. CNC-ohjattu laite voidaan ohjelmoida käyttäen DXF-tiedostoja ja kappaleiden geometria varmistetaan Solidworkillä laadittujen piirustusten mukaisiksi.

## 7 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin kuvan 15 mukainen ruiskutusurien merkitsemiseen tarkoitettu lisävaruste Junkkari-kylvölannoittimen perään. Työstä mallinnettiin 3D-mallinnus, josta saatiin havainnekuva kokonaisuudesta. Työssä mitoitettiin sopiva hydraulisylinteri ja suunniteltiin oikea geometria parhaan ratkaisun saamiseksi. 3D-mallista tehtiin kokoonpanokuva, josta käy ilmi osalista ja jonka mukaan laite on mahdollista koota. Muut tarkat piirustukset opinnäytetyön tekijä toimitti suoraan tilaajalle, eikä niitä liitetty opinnäytetyöhön.



KUVA 15. Havainnekuva ruiskutusurien merkitsimestä

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsiteltiin ilmeiset vaihtoehdot, joilla työ olisi mahdollista toteuttaa. Vaihtoehdoista koottiin jäsentelykaavio, jossa vertailtiin eri vaihtoehtojen yhdistelmiä. Tämän jälkeen vaihtoehdoista luotiin kokonaisvaihtoehtojen pisteyttämistaulukko, jossa annettiin painoarvo ja arvosana jokaiselle kokonaisvaihtoehdolle. Vaihtoehdot pisteyttämällä lopuksi päädyttiin aisamalliseen toteutukseen hydraulisylintereillä nostettavaksi. Maahan jäljen piirtää kiekko, joka on ostettavissa suoraan Junkkarin tehtaalta eikä sitä tarvitse itse erikseen valmistaa. Laitteesta ei tehty erillisiä lujuuslaskelmia, koska rakenteet olivat yksinkertaisia ja selvästi ylimitoitettuja kuormaan nähden.

Haastetta työhön toivat laskelmat, jotka ovat työn tekijälle vaikein osuus työhön liittyen. Opinnäytetyön ohjaajalta sai sopivasti vinkkejä laskelmien kanssa ja haasteista selvittiin. Solidworks ei ollut entuudestaan outoa asiaa, mutta muutaman vuoden tauko sen käytöstä toi omat haasteensa. 3D-mallinnus ja kolmiulotteinen ajatustapa oli opinnäytetyön tekijälle tuttua, mutta

ohjelman käyttö vaati uutta harjoitusta. Uskon 3D-mallinnuksen taitamisen opettelusta olevan hyötyä myös tulevaisuudessa.

Aiheena opinnäytetyö oli mielenkiintoinen ja ennen kaikkea opettavainen. Oli mielenkiintoista luoda jotain uutta ja hienoa. Aiheena ruiskutusurien merkitsemislaite ei ollut ehkä täysin auto- ja työkonetekniikkaa vaan pikemminkin tuotesuunnittelua. Tämä ei kuitenkaan haitannut, vaan toi pikemminkin lisää motivaatiota työhön, koska opinnäytetyön tekijällä oli myös tahto näyttää pystyvänsä eri suuntaaman työskentelyyn. Lisäksi oli hienoa saada suunnitella sellainen laite, jota opinnäytetyön tekijä tulee käyttämään itsekin tulevaisuudessa.

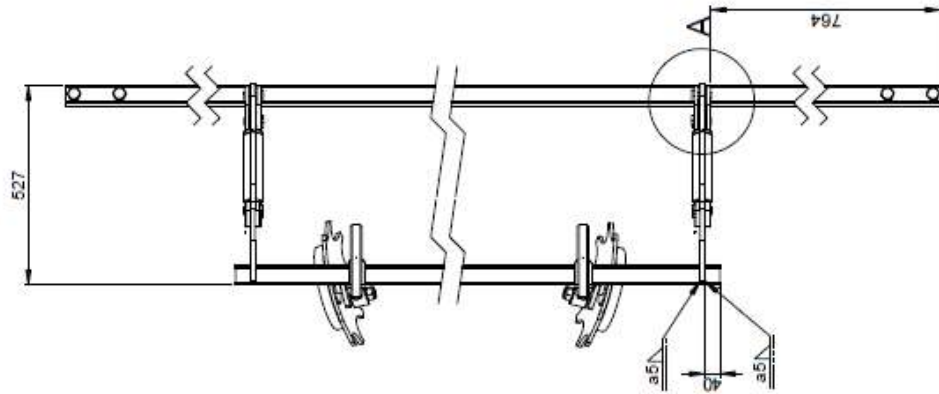
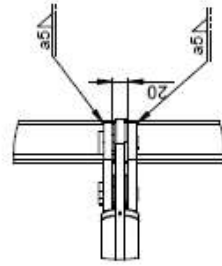
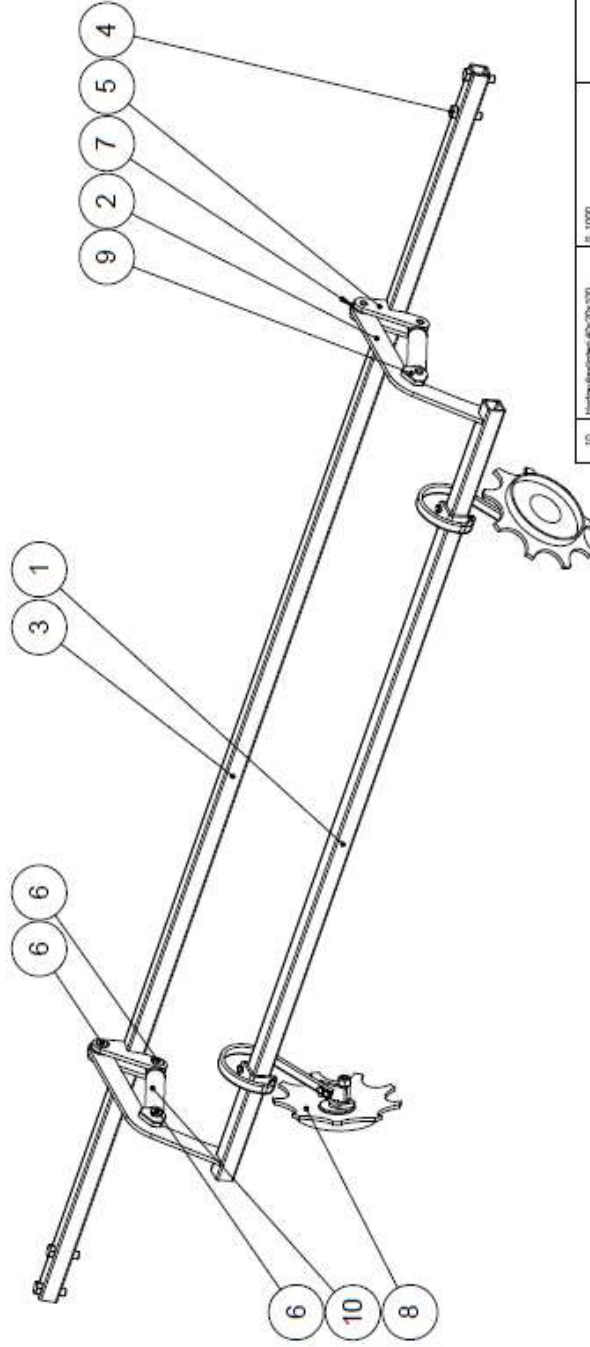
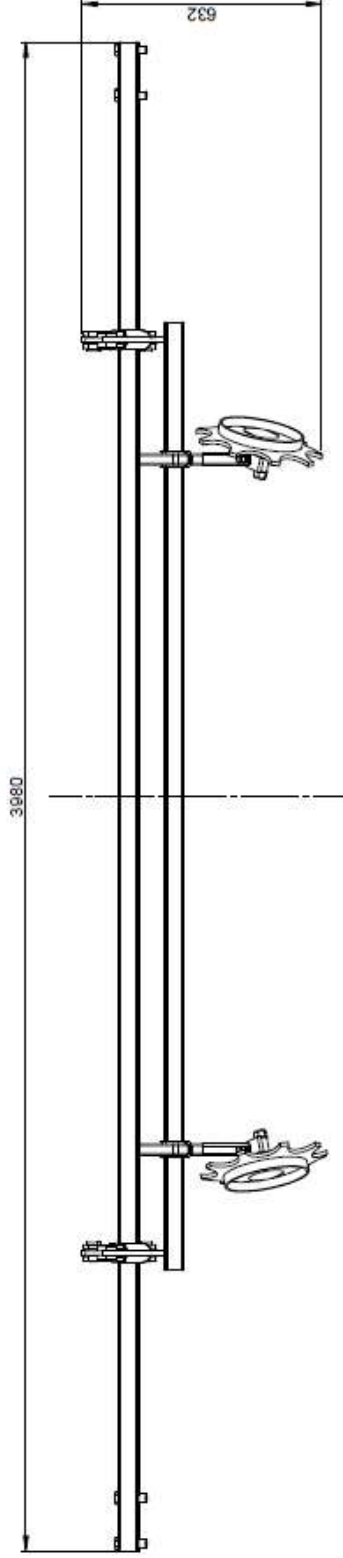
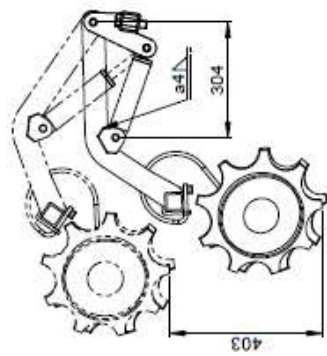
## LÄHTEET

1. Välikkilä, Erkki. Yksityinen elinkeinoharjoittaja. Keskustelut 2007–2023.
2. Välikkilä, Erkki. Elinkeinoharjoittaja. Haastattelu 15.2.2023
3. Välikkilä, Erkki 2023. Elinkeinoharjoittaja. Viestikeskustelut 10.3.2023–17.4.2023.
4. Junkkari 2023. Etusivu. Hakupäivä 28.3.2023. <https://www.junkkari.fi/ohjekirja>.
5. Junkkari 2023. M sarja. Hakupäivä 28.3.2023. <https://www.junkkari.fi/junkkari-m-sarja>.
6. Kontio, Esa. OAMK, opetusmateriaali. Esisuunnittelu, ydinkohdat.
7. Konedata. Massey Ferguson 6150-6190. Hakupäivä 21.4.2023  
<https://konedata.net/traktorit/massey-ferguson/massey-ferguson-6150-6190/>.
8. Teräsmyynti. RHS rakenneputki, neliö S355. Hakupäivä 19.4.2023.  
<https://www.rautaanetista.fi/products/rakenneputki-s355>.
9. Ahmon koulu. Tiheys. Hakupäivä 9.5.2023.  
<https://peda.net/siilinjarvi/ahmo/opiskelu/fysiikka/anna/8k/efysiikka-8/25-noste/tiheys>.
10. Taloon.com. Teräslevy 12x1500x300 mm s355. Hakupäivä 19.4.2023.  
[https://www.taloon.com/teraslevy-12x1500x3000-mm-s355j2-kuumavalssattu?shopping=1&utm\\_source=google&utm\\_term=&utm\\_campaign=&utm\\_medium=cpc&utm\\_content=s|pcrid|399971382216|pkw||pmt||pdv|c|&gclid=CjwKCAjwov6hBhBsEiwAvrvN6NhHK7TKVm\\_hjR31qCj-kdztzEi7NqncUPFza9ObLEX\\_UaRmy4dMuhoCm0UQAvD\\_BwE](https://www.taloon.com/teraslevy-12x1500x3000-mm-s355j2-kuumavalssattu?shopping=1&utm_source=google&utm_term=&utm_campaign=&utm_medium=cpc&utm_content=s|pcrid|399971382216|pkw||pmt||pdv|c|&gclid=CjwKCAjwov6hBhBsEiwAvrvN6NhHK7TKVm_hjR31qCj-kdztzEi7NqncUPFza9ObLEX_UaRmy4dMuhoCm0UQAvD_BwE).
11. Mäkelä, Mikko, Soininen, Lauri, Tuomola, Seppo & Öistämö, Juhani 2019. Tekniikan kaavasto. 17. uudistettu painos. Amk-Kustannus Oy Tammertekniikka.
12. OAMK. Hydraulikkasyylinterit. Sylinterit, standardit, sylinterin valinta ja laskenta. Opetusmateriaali. s.9. hakupäivä 24.4.2023. [https://oamk-my.sharepoint.com/personal/jviitala\\_oamk\\_fi/\\_layouts/15/onedrive.aspx?ga=1&id=%2Fpersonal%2Fjviitala%5Foamk%5Ffi%2FDocuments%2Fkoneautomaatio%5Fpneumatiikka%20ja%20hydrauliikka%5Fk2022%2F13%2FHydraulisyylinterit%5F2022%5Fv1%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Fjviitala%5Foamk%5Ffi%2FDocuments%2Fkoneautomaatio%5Fpneumatiikka%20ja%20hydrauliikka%5Fk2022%2F13](https://oamk-my.sharepoint.com/personal/jviitala_oamk_fi/_layouts/15/onedrive.aspx?ga=1&id=%2Fpersonal%2Fjviitala%5Foamk%5Ffi%2FDocuments%2Fkoneautomaatio%5Fpneumatiikka%20ja%20hydrauliikka%5Fk2022%2F13%2FHydraulisyylinterit%5F2022%5Fv1%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Fjviitala%5Foamk%5Ffi%2FDocuments%2Fkoneautomaatio%5Fpneumatiikka%20ja%20hydrauliikka%5Fk2022%2F13).
13. Lakeuden Hydro. Puhelinkeskustelu 5.4.2023.
14. Junkkari. Junkkari S-M-D kylvökoneet ohjekirja. Hakupäivä 24.4.2023  
[https://www.junkkari.fi/ohjekirjoja?p\\_p\\_id=LiferayDoclibBrowser\\_WAR\\_LiferayDoclibBrowser](https://www.junkkari.fi/ohjekirjoja?p_p_id=LiferayDoclibBrowser_WAR_LiferayDoclibBrowser)

[&p\\_p\\_lifecycle=2&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_cacheability=cacheLevelPage&p\\_p\\_col\\_id=column-2&p\\_p\\_col\\_pos=1&p\\_p\\_col\\_count=2&action=file&folder-id=0&file-entry-id=12815667.](#)

15. Plmgroup.Solidworks 3D CAD. Hakupäivä 20.3.2023.

[https://plmgroup.fi/ohjelmistot/solidworks-3d-cad/?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=\(S\)-FI-SWR-SOLIDWORKS&gad=1&gclid=CjwKCAjw3ueiBhBmEiwA4BhspOOFwnv0EVCiSd0bkC\\_zm7v9rpa6zUNHG5aOnVwCwQo55gPS4QfltxoCJLoQAvD\\_BwE.](#)



10	Hydrauliikkien akselit ISO	ISO 1000	2
9	Hydrauliikkien laakerit ISO	EV_1006	4
8	Merkitsemätkappale	ISO 1000	2
7	Porakki	EV_1005	4
6	Teppi	EV_1004	8
5	Akselin rivi	EV_1003	4
4	Käntöpyörä	ISO 4015 - M00 x 70 x 46-4	4
3	Eturaketti	EV_1000	1
2	Nostotanki	EV_1002	2
1	Teluraketti	EV_1001	1
Osien Nimi Description	Osaston PART NUMBER	Materiaali Material	Kpl Qty
Määrä / Määrä		Valmistaja / Quantity manufactured	
81,02 kg			
Mittakaava / Scale		Valmistus / General tolerances	
A2		ISO 2768-M	
1:10			
Suunnittaja / Designer		Valmistaja / Manufacturer	
Eero Väikkilä		10.5.2023	
Tarkastaja / Checked			
Pääkokoontaja / Assembly			
EV_ASSEMBLY			
EV			

DETAIL A  
SCALE 1:5

Rev	Author / Change	Drawn / Designed