

# Leikkuupuimurin sähköisen seisontajarrun suunnittelu

Sampo Rosenlew C10 2.0

Eetu Suokas

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2020

Ajoneuvotekniikka  
Työkonetekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Ajoneuvotekniikka  
Työkonetekniikka

SUOKAS, EETU:

Leikkuupuimurin sähköisen seisontajarrun suunnittelu  
Sampo Rosenlew C10 2.0

Opinnäytetyö 31 sivua, joista liitteitä 1 sivu  
Toukokuu 2020

---

Opinnäytetyössä tuotettiin suunnitelma sähköisestä seisontajarrusta Sampo-Rosenlew C10 2.0 -leikkuupuimuriin. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Virhydro Oy:n ja maanviljelijä Jouni Mesimäen kanssa. Työssä laadittiin suunnitelma sähköisen seisontajarrun vaatimuksista ja komponenteista, jotta sähköinen seisontajarru voidaan myöhemmin toteuttaa. Tavoitteena oli tuottaa suunnitelma, jota hyödyntäen olisi selkeää toteuttaa seisontajarrun sähköistäminen Sampo-Rosenlew leikkuupuimuriin.

Opinnäytetyössä tutustutaan jarrujärjestelmiin ja niiden lainsäädäntöön. Myös Mesimäen leikkuupuimuriin käytiin tutustumassa ja tutkimassa tarkemmin siinä olevaa mekaanista seisontajarrujärjestelmää. Tutustumisen yhteydessä suoritettiin muutamia mittauksia, joiden avulla mitoitettiin komponentteja. Työssä haettiin sähköisen seisontajarrun toteutukseen tarvittavat komponentit. Tarvittavien komponenttien toimintaan perehdyttiin ja niiden toiminta on selitetty.

Lopputuloksena suunnittelutyöstä on tämä raportti, jossa tarvittavat komponentit ovat koottuna yhteen ja niiden toiminta ja osuus jarrujärjestelmästä käy ilmi. Tarvittavien komponenttien sähkökytkennöistä on laadittu suunnitelma. Sähköisen seisontajarrun toiminta on kuvattu. Suunnittelun järjestelmän komponenteista ja asennustyöstä on laadittu kustannusarvio. Komponenttien sijoittelua on suunniteltu alustavasti, mutta niiden todelliset asennuspaikat saattavat hieman muuttua asennusvaiheessa.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Vehicle Engineering  
Machine Engineering

SUOKAS, EETU:  
Combine Harvester Electric Parking Brake Design

Bachelor's thesis 31 pages, appendices 1 page  
May 2020

---

The purpose of this thesis was to design an electric parking brake system for the Sampo-Rosenlew C10 2.0 combine harvester. The idea was developed together by a company named Virhydro Oy and one of their customers.

This thesis created a plan how to change the Sampo-Rosenlew C10 2.0 combine harvester mechanical parking brake into the electric parking brake system. This thesis takes a closer look at electric parking brake systems, and their legislation. This thesis presents a part and component list for the electric parking brake system needs. Also, electrical connections to control parking brakes were designed and electric parking brake operations were illustrated.

The results of this thesis are a complete engineering regarding the parking brake upgrade for the Sampo-Rosenlew C10 2.0 combine harvester. Now we know what components and parts are needed and how much the project costs with parts and installation costs. Cooperation with company and the customer worked very well. It would be interesting to realize this design in the future.

---

Key words: combine harvesters, brake systems, design

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	TEORIA .....	6
	2.1 Leikkuupuimuri .....	6
	2.2 Jarrujärjestelmä.....	7
	2.2.1 Rumpujarru.....	7
	2.2.2 Seisontajarru .....	8
	2.3 Laskukaavoja .....	10
3	LÄHTÖTILANNE.....	11
	3.1 Sampo Rosenlew C10 2.0 Leikkuupuimuri.....	11
	3.2 Seisontajarrun kehitysidea .....	16
4	SUUNNITTELU.....	17
	4.1 Jarruvaijerille kohdistuvan voiman laskenta. ....	17
	4.2 Seisontajarrun työsylinteri ja hydraulikkalohko .....	19
	4.3 Seisontajarrun sähköinen ohjaus .....	23
	4.4 Sähköisen seisontajarrujärjestelmän toiminta .....	26
	4.5 Kustannusarvio .....	27
5	POHDINTA .....	28
	5.1 Suunnittelutyön lopputulos .....	28
	5.2 Opinnäytetyön suorittaminen.....	29
	LÄHTEET.....	30
	LIITTEET.....	31
	Liite 1. Seisontajarrukahvan vaijeriin tuottavan voiman laskenta. ....	31

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä suoritetaan tuotekehitys Sampo Rosenlew C10 2.0 leikkuupuimuriin. Tuotekehityksen kohteena on leikkuupuimurin seisontajarrun käyttötavan muutos. Suunnittelussa hyödynnetään valmiina olevaa seisontajarrujärjestelmää, mutta perinteinen käsijarrukahva tullaan korvaamaan sähköisellä ohjauksella ja katkaisijalla, joka on sijoitettu kyynärnojaan konsolin ja ajokahvan läheisyyteen.

Suunnittelu tehdään yhteistyössä maanviljelijän kanssa, joka omistaa Sampo Rosenlew C10 2.0 leikkuupuimurin sekä Virhydro Oy nimisen yrityksen kanssa, joka on valtuutettu Sampo Rosenlew huolto- ja korjaamopiste. Ajatus leikkuupuimurin seisontajarrun tuotekehityksestä syntyi yhdessä Virhydro Oy:n korjaamopäällikön ja maanviljelijän kanssa. Opinnäytetyö tuli minulle mahdolliseksi sillä olen työskennellyt Virhydro Oy:n korjaamolla opiskeluaikoina. Opinnäytetyön ja suunnittelun tavoitteena on tuottaa listaus komponenteista, joita seisontajarrun muutokseen tarvitaan, sekä komponenttien hinnat ja arvio asennustyön kustannuksista. Uuden järjestelmän toiminta on myös kuvattu raportissa.

## 2 TEORIA

### 2.1 Leikkupuimuri

Leikkupuimuri on maatalouskone, joka on suunniteltu viljan korjuuseen. Leikkuupuimuri leikkaa viljan, erottelee jyvät oljista ja ruumenista ja poistaa oljen sekä ruumenet perästään joko kokonaisena myöhempää käyttöä varten tai silppurin läpi silputtuna takaisin pellolle. Leikkuupuimurissa yhdistyy neljä työvaihetta: niitto, puinti, puhdistus ja olkien sekä ruumenien poisto.

Ennen leikkuupuimurin keksimistä oli jo puimakoneet mutta ne eivät olleet liikuttavia vaan vilja täytyi kuljettaa niiden luo tai tuoda puimakone pellon reunaan. Lisäksi vilja täytyi erikseen niittää ja kerätä puimakonetta varten. Leikkuupuimuri liikkuu omin voimin ja tarvitsee työskentelyyn vain kuljettajan (Söderström & Toivonen 1982, 56-61). Kuvassa numero yksi nähdään Sampo Rosenlew C12 leikkuupuimuri pellolla sadonkorjuutöissä.



KUVA 1. Leikkuupuimuri Sampo Rosenlew C12 (Kuva: sampo-rosenlew.fi)

## 2.2 Jarrujärjestelmä

Ajoneuvojen jarrujärjestelmille on määritelty erilaisia tehtäviä ja rakennemääräyksiä. Nämä vaihtelevat ajoneuvotyypin mukaan. Käyttöjarrua käyttämällä kuljettajan on pystyttävä hallitsemaan ajoneuvon liikkeitä ja pysäyttää ajoneuvo nopeasti, tehokkaasti ja turvallisesti, millä tahansa ajoneuvon kuormituksella ja nopeudella, ala- ja ylämäen kaltevuudesta riippumatta.

Käyttöjarrun toiminnan tulee olla portaattomasti säädettävissä. Varajarrulla ajoneuvo on pystyttävä pysäyttämään kohtuullisessa pysäyttämismatkalla siinä tapauksessa, jos käyttöjarrun toiminta häiriytyy tai lakkaa toimimasta. Nestejarruissa lainsäädännöllä määrättiin laki, että nestejarrujen on oltava kaksipiiriset turvallisuuden takaamiseksi. Nestejarruissa varajarruna toimii siis käyttöjarrun toinen jarrupiiri. (Hyvärinen, Mylläri, Rantala & Sirola 2009, 12-13)

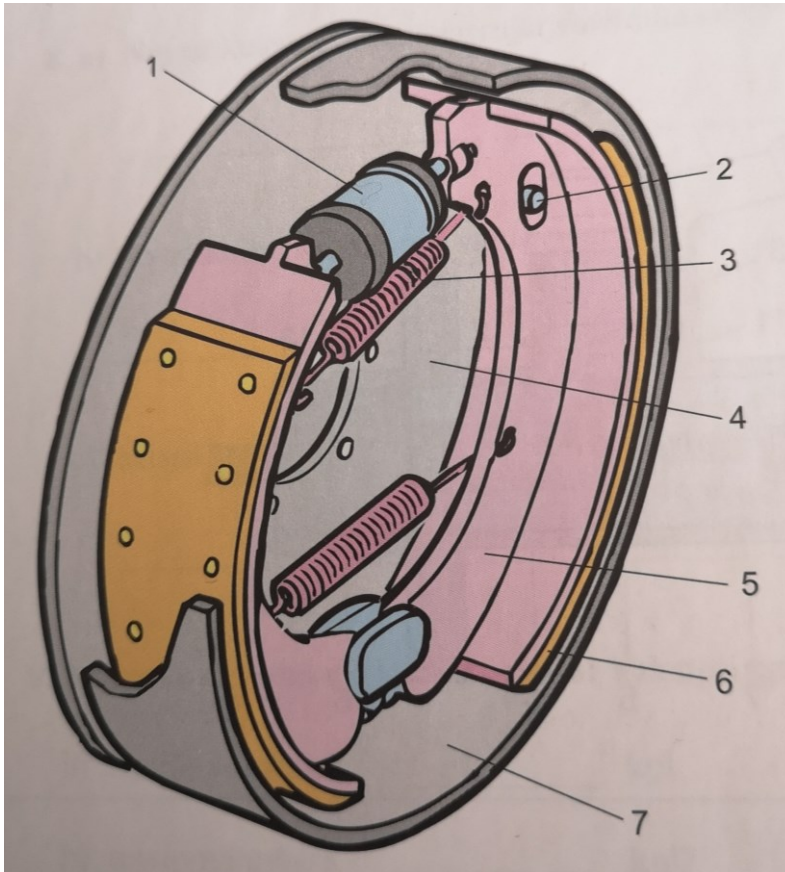
### 2.2.1 Rumpujarru

Rumpujarrua käytettäessä paisuntalaite työntää jarrukengät kiinni jarrurumpua vasten ja jarrukenkien sekä jarrurummun kitkavoima pysäyttää rummun. Jarruttava kitkavoima riippuu jarrukenkien rumpua vastaan puristavasta voimasta, jarrukenkien kiinnitysratkaisusta ja jarrukenkien sekä jarrurummun välisestä kitkakertoimesta. Rumpujarrun rakenteesta riippuen kitkavoima lisää tai pienentää paisuntalaitteen voiman vaikutusta.

Rumpujarru on tyypiltään kitkajarru, jossa ajoneuvon liike-energia muuttuu lämmöksi. Jarrutuksessa syntyvä lämpömäärä on suoraan verrannollinen ajoneuvon painoon ja ajonopeuden neliöön. Jarrurummun, kitkapinnan ja jarrukomponenttien tulee sietää korkeita lämpötiloja ja samalla johtaa hyvin pois syntynyttä lämpöä. Kaksikenkäjarruja on viittä erilaista rakennetta: Simplex-jarrut, Duplex-jarrut, kaksois-Duplex-jarrut (duoduplex), Servo-jarrut ja kaksois-Servo-jarrut (duoservo). Näiden rakenteissa on eroa jarrukenkien kiinnitystavoissa ja paisuntalaitteissa. Jarrukengät voivat olla itsetehostavia tai toisiokenkiä. Myös ajosuunta vaikuttaa rumpujarrun toimintaan. (Hyvärinen, Mylläri, Rantala & Sirola 2009, 46-47)

Kuvassa 2 näkyy rumpujarru ja sen komponentit. Komponentit ovat:

- |                                 |                           |                            |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1. Paisuntalaite (työsylinteri) | 2. Jarrukengän säätölaite | 3. Palautusjousi           |
| 4. Jarrukilpi                   | 5. Jarrukenkä             | 6. Jarruhihna (kitkapinta) |
| 7. Jarrurumpu                   |                           |                            |



KUVA 2. Rumpujarrun rakenne (kuva: Hyvärinen, Mylläri, Rantala & Sirola 2009, 46)

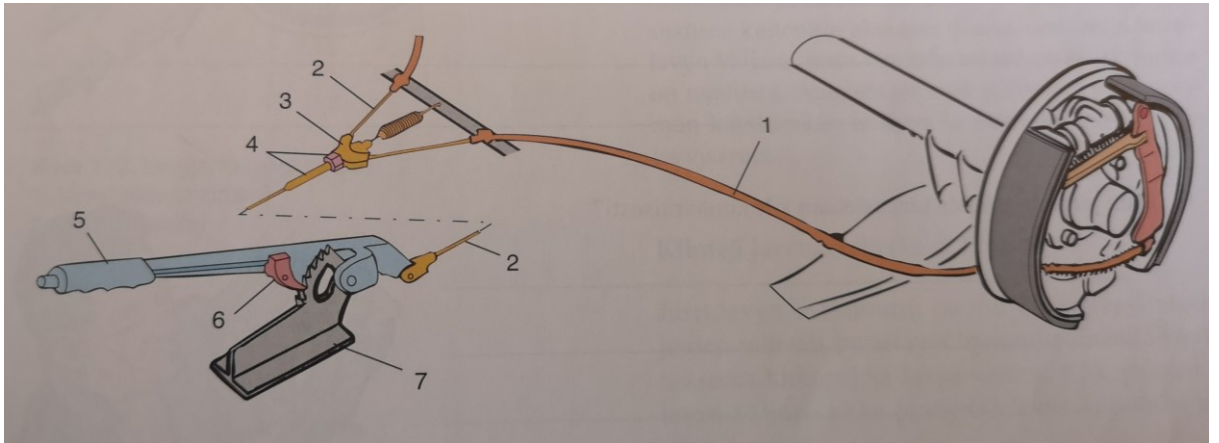
### 2.2.2 Seisontajarru

Seisontajarrun tehtävä on pitää ajoneuvo paikallaan niin ylä- kuin alamäessä myös ilman kuljettajaa. Seisontajarrun on vaikutettava ajoneuvossa siihen akselistoon, jonka akselipaino on vähintään puolet ajoneuvon kokonaismassasta. Seisontajarru voi käyttää käyttöjarrun komponentteja, mutta seisontajarrulla on oltava eri käyttölaite. Käyttölaitteen tulee olla mekaaninen. Raskaassa kalustossa seisontajarrun käyttölaite on paineilmamekaaninen ja joissain työkoneissa hydraulismekaaninen. (Hyvärinen, Mylläri, Rantala & Sirola 2009, 13, 56)



Kuvassa 3 nähdään seisontajarru rumpujarrun yhteydessä. Seisontajarrulla on oma erillinen käyttölaite, jonka komponentit ovat numeroituina kuvassa 3. Komponentit ovat:

- |                   |               |               |
|-------------------|---------------|---------------|
| 1. Vaijerin suoja | 2. Vaijeri    | 3. Tasaaja    |
| 4. Säättö laite   | 5. Jarrukahva | 6. Salpalaite |
| 7. Salpakaari     |               |               |



KUVA 3. Seisontajarru rumpujarrun yhteydessä (kuva: Hyvärinen, Mylläri, Rantala & Sirola 2009, 56)

Ajoneuvon tulee pysyä seisontajarrun varassa paikallaan ylä- tai alamäessä, jonka kaltevuus on 18%, ja kun tienpinnan ja renkaan välinen kitkakerroin on 0,6. Tämä vaatimus edellyttää seisontajarrulta kokonaisjarruvoimaa, joka on 16% ajoneuvon kokonaispainovoimasta tai 20% ajoneuvon oman massan painovoimasta. Seisontajarrun sallittu jarruvoimaero eri puolien välillä on 70% suuremmasta arvosta laskettuna. Seisontajarrun rakenteen on mahdollistettava välitön jarrun irrottaminen jarrutuksen jälkeen. Käsikäyttölaitteen vetovoimalle henkilöautossa on asetettu yläraja 400N muille ajoneuvoille 600N. (Hyvärinen, Mylläri, Rantala & Sirola 2009, 17-18)

Suomen ajoneuvolain 23§ on määrätty kolme kohtaa moottorityökoneen jarrujärjestelmille. Ensimmäisenä moottorityökoneessa tulee olla tehokas käyttöjarru sekä seisontajarru tai käyttöjarrun pidätyslaite. Toisena kohtana, hydrostaattisella voimansiirrolla toteutetussa moottorityökoneessa ei vaadita varsinaista

käyttöjarrua, jos riittävä hidastuvuus saadaan aikaan voimansiirron avulla. Moottorityökoneen tulee kuitenkin pysyä paikoillaan, vaikka moottori ei ole käynnissä. Kolmantena kohtana moottorityökoneiden jarrujärjestelmissä saa käyttää vain ajoneuvon valmistajan niihin alun perin asettamia tai niitä toimintavaatimuksiltaan vastaavia taikka valmistajan määräämin ehdoin niihin jälkeenpäin asennettaviksi hyväksymiä säätölaitteita tai turvalaitteita, jotka eivät vaaranna jarrujärjestelmän toimintaa. (274/2006)

### 2.3 Laskukaavoja

Leikkuupuimurin seisontajarrun suunnittelutyössä täytyi hyödyntää muutamia mekaniikan laskukaavoja, jotka ovat esiteltynä alapuolella. Mekaniikan kaavojen avulla saatiin leikkuupuimurin käsijarrun vaijerille välittyvä vetovoima selville.

Voiman laskukaava on

$$F = m * g \quad (1)$$

Jossa  $F$  = voima, jonka yksikkö on Newton,  $m$  = massa kilogrammoina ja  $g$  = maan putoamiskiihtyvyys =  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

Momentin laskukaava  $M$  on

$$M = F * r \quad (2)$$

jossa  $M$  = momentti, jonka yksikkö Nm.  $F$  = voima Newtonina ja  $r$  = voiman vaikutussuoran etäisyys akselista metreinä. (Mäkelä, Soininen, Tuomola & Öistämö 2015, 91-92).

### 3 LÄHTÖTILANNE

#### 3.1 Sampo Rosenlew C10 2.0 Leikkuupuimuri

Kehitystyön kohteena on vuosimallin 2018 Sampo Rosenlew C10 2.0 leikkuupuimuri. C10 leikkuupuimurissa on 6 sylinterinen 238 hv AGCO Power Tier4f -moottori. Leikkuupöydän leveys on 5,1 metriä, viljasäiliön tilavuus 6000 litraa ja viljasäiliön tyhjennysnopeus 100l/s. Sampo Rosenlew C10 2.0 on varustettu Comvision 2-puintimonitorilla, jonka avulla puinti prosessia on helppo valvoa. C10 2.0 leikkuupuimurissa on 8-varstainen puintikela, 6 kappaletta neliportaisia kolhimia ja 3800 k/min pyörivä suurtehosilppuri. Vakiorengastus c10 2.0 on eturenkaina 800/65R32 ja takarenkaina 480/65R24. Kuvassa 4 nähdään suunnittelutyön kohteena oleva puimurimalli Sampo Rosenlew C10 2.0.



KUVA 4. Sampo Rosenlew C6 ja C10. (Kuva: sampo-rosenlew.fi)

Sampo kuvailee Comia sarjan ohjaamoja kolmella adjektiivilla: tilava, ergonominen ja moderni. Nämä adjektiivit ovat olleet suunnittelussa mukana ja lopputuloksena on ohjaamo, joka mahdollistaa pitkätkin puintityöpäivät. Ohjaamon sisämittoja on kasvatettu 30 senttimetrillä, joka tuo avaruutta ja lisätilaa ohjaamoon. Kuvassa 5 nähdään Comia sarjan ohjaamo ovelta kuvattuna.



KUVA 5. Sampo Comia ohjaamo. (Kuva: sampo-rosenlew.fi)

Sampo-Rosenlew Comia sarjan hallintakahva koostuu kyynärnojasta, ajokahvasta, toimintokytkimistä ja Comvision-2 näytöstä. Lisäksi hallintakahvasta löytyy merkkivalopaneelit, pientavaralokerikko ja USB-liittimet. Ajokahvalla hallitaan ajoa eteen- ja taaksepäin sekä ajokahvasta löytyy leikkuupöydän hallintaa säätelevät painikkeet. Comvision-2 näyttö on kiinnitetty kahdella laajakulma nivelellä, joten sen kääntely kuljettajan haluamaan asentoon on helppoa. Comvision-2 näyttö on 12,3 tuumainen ja se on kosketusnäyttö.

Comvision-2 näytöstä nähdään muun muassa seuraavat asiat: puintitappiomittari, leikkuupöydän korkeus, ajonopeus ja varoitusvalot. Jos puintikoneistossa tulee hälytys tuo Comvision-2 näytölle pop-up-ruudulla varoituksen ja äänimerkin. Comvision-2 näytön avulla voit myös esimerkiksi lukea moottorin vikakoodit. Kuvassa 6 nähdään Comia sarjan hallintakahva.



KUVA 6. Hallintakahva + Comvision 2 näyttö. (Kuva: sampo-rosenlew.fi)

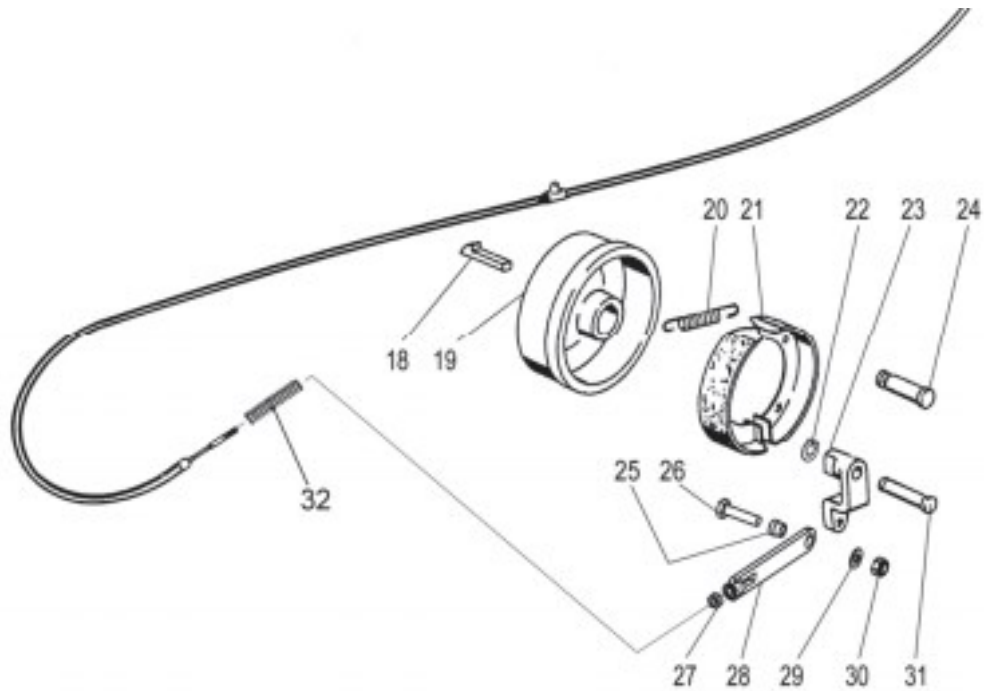
Comvision-2 näytön avulla voidaan säätää puintikoneistoa. Näytön kautta on mahdollista säätää puimurin puintikelan pyörimisnopeutta, lietson kierroksia ja puintiväliä. C8 ja C12 etukelamalleissa voidaan säätää myös etuvarstasillan puintiväliä näytön kautta. Kun puintityö peltolohkolla on suoritettu, voidaan Comvision-2 näytön avulla asettaa puimuri tietilaan, jolloin työhydrauliikka sammuu ja näytölle tulee vasempaan laitaan nopeusmittari ja oikealle puolelle valikoidusti peruutuskamera tai esimerkiksi vetokoukku kamera.



Sampo-Rosenlew Comia sarjan leikkuupuimurin voimansiirto koostuu kolmesta pääkomponentista: vaihdelaatikosta, hydraulijomoottorista ja etuakselista. Vaihdelaatikko on kolme vaihteinen ja vaihteen vaihtotilanteessa hydraulisesti kevennettävissä. Vaihdelaatikolle voima saadaan hydraulijomoottorilla, jota pystytään säätelemään portaattomasti ajokahvan avulla. Etuakseli on varustettu öljynavoilla ja levyjarruilla, jotka mahdollistavat leveiden eturenkaiden käytön. Seisontajarru on tyypiltään rumpujarru ja se on sijoitettu vaihdelaatikkoon vaihteiston väliakselille. Kuvassa 7 on kuva työn kohteena olevan leikkuupuimuri vaihdelaatikon oikealta puolelta. Kuvassa 7 näkyy oikeanpuoleinen käyttöjarrun jarrulevy ja jarrulevyn takapuolella käsijarrun jarrurumpu sekä jarruvaijeri ja jarruvipu.



KUVA 7. Sampo-Rosenlew C10 jarrurumpu.



KUVIO 1. Seisontajarrun komponentit. (Kuva: sampo-rosenlew.fi)

Kuviossa 1 nähdään räjäytyskuva Sampo-Rosenlew varaosakirjasta katsottuna. Kuvasta puuttuu seisontajarru kahva, joka sijoittuu leikkuupuimurin ohjaamon lattia tasoon kuljettajan penkin oikealle puolelle. Seisontajarrun käyttölaite on rakenteeltaan saman moinen kuin teoria osiossa ja kuvassa numero kolme on kuvattu. Kuvassa 8 seisontajarrukahvan sijainti ohjaamossa. Kuten kuvasta 8 jo nähdään, on seisontajarrukahva todella lähellä lattiatasoa.



KUVA 8. Seisontajarrukahva.

### 3.2 Seisontajarrun kehitysidea

Ajatus tästä leikkuupuimurin käsijarrun sähköistämisestä syntyi Virhydro Oy:n korjaamopäällikön ja maanviljelijän kanssa. Kuten kuvasta numero yhdeksän käy ilmi on "käsijarrukahva" todella alhaalla melkein lattian tasolla. Seisontajarrun käyttö kuljettajan penkiltä käsin on haastavaa kun hallintakahva/kyynärnoja kiinnittyy kuljettajan istuimen oikeaan kylkeen osittain päällekkäiselle linjalle seisontajarrukahvan kanssa. Jotta seisontajarrun saa kytkettyä päälle/ vapautettua täytyy kuljettajan siirtää oikeaa jalkaa hieman vasemmalle sivuun samalla kun kumartaa penkillä, jotta käsijarrukahvaan yltää. Idea seisontajarrun sähköistämisestä tulee varmaan osaltaan siitä, että maanviljelijällä on käytössään Valtra traktoreita, jotka ovat varustettu sähköisellä suunnanvaihtimella, jossa on sähköinen seisontajarrun asento.

Valtran sähköisessä suunnanvaihtimessa on neljä asentoa. P, N, eteen ja taakse ajo. Kun suunnanvaihdin on P asennossa, on seisontajarru päällä, ja kun suunnanvaihdin nostetaan N asentoon ja tästä edelleen ajosuuntaan vapautuu seisontajarru automaattisesti. Seisontajarru on toteutettu sähköhydraulisesti siten että jarru kytkeytyy kuitenkin mekaanisesti päälle. Valtran sähköisen seisontajarrun toimilaitteena toimii kaskitoiminen sylinteri, joka avautuu hydraulioöljyn avulla ja sulkeutuu jousella. Sylinteriä ohjataan siis hydrauliiikan ja sähköns avulla. Jousella toteutettu seisontajarrun päälle kytkentä täyttää lakien määrittämät vaatimukset seisontajarrun mekaanisesta rakenteesta.

Kuorma-auto puolella on hyödynnetty myös vastaavaa ideaa mutta kuorma-autoissa on paineilmalla toteutettu jarrujärjestelmä, joten näissä toteutuksissa seisontajarrusylinteri avataan paineilman avulla. Sampo leikkuupuimureissa ei vielä toistaiseksi ole paineilma varustusta, joten tämä vaihtoehto on toistaiseksi pois suljettu, mutta ei mahdoton sillä osassa AGCO moottoreissa on paineilma kompressori valmius. AGCO valmistaa moottoreita moniin eri käyttötarkoituksiin ja esim. Valtra traktoreissa on lisävaruste ominaisuutena paineilma laitteet, joita hyödynnetään ainakin siten että traktorissa on valmius paineilma käyttöisille perävaunun jarruille. Traktoreissa paineilmaa hyödynnetään myös etuakselin ja ohjaamon jousituksessa.

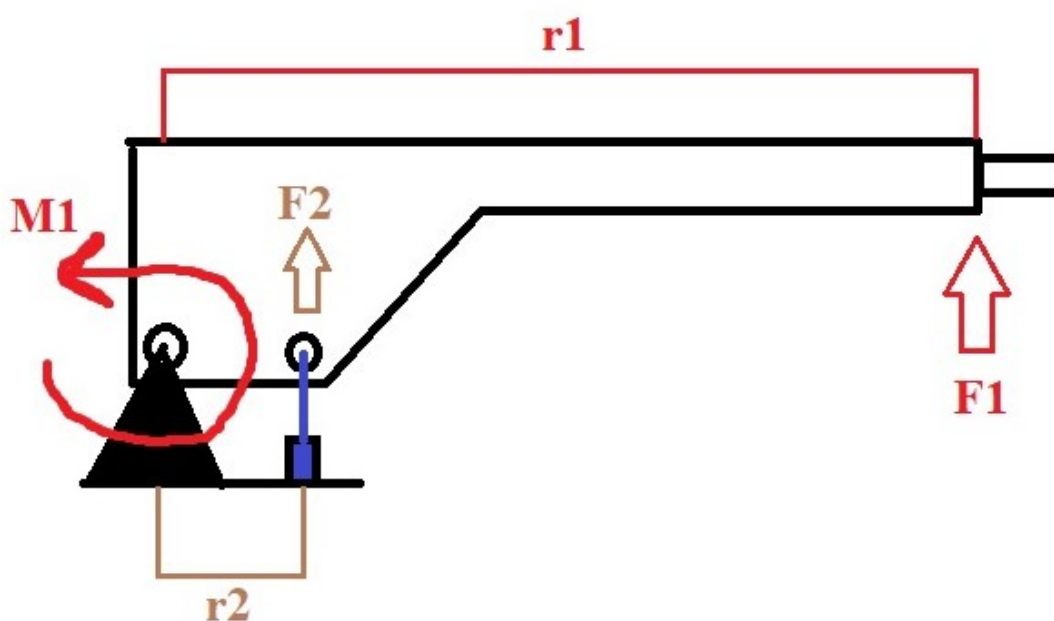


## 4 SUUNNITTELU

### 4.1 Jarruvaijerille kohdistuvan voiman laskenta.

Sähköisen seisontajarrun suunnittelussa yksi keskeisimmistä asioista oli selvittää kuinka ison voiman seisontajarruvipu tuottaa seisontajarruvaijerille. Vaijerin välityksellä voima kohdistuu jarruvipuun ja paisuntalaitteeseen, joka siten levittää jarrukengät kiinni jarrurumpuun ja kytkee seisontajarrun päälle. Voima saatiin tietoon hyödyntämällä teoria kappaleen kohdan 2.3 laskukaavoja. Ennen laskentaa täytyi selvittää muutamia mittoja ja mitata voima, jolla kuljettaja vetää seisontajarrukahvaa.

Mittaukset suoritettiin 08.02.2020 yhdessä maanviljelijä Jouni Mesimäen kanssa. Mittavälineinä olivat rullamitta, työntömitta, kalavaaka/puntari ja muistiinpanovälineet. Mittausten yhteydessä puhuimme sähköisen seisontajarrun suunnittelusta ja seisontajarrun ohjauksen suunnittelusta. Pysin suunnittelussa ottamaan Jounin ajatukset huomioon ja toteuttaa muun muassa ohjauksen hänen toivomallaan tavalla. Raportin liitteessä numero yksi on jarruvaijerille kohdistuvan laskennan kaavat ja välivaiheet sekä tulokset.



KUVIO 2. Seisontajarrukahvan kuvitus.

Kuviossa 2 on hahmotelma Sampo-Rosenlew C10 seisontajarrukahvasta ja kuvaan on merkitty seisontajarrukahvan pituus ( $r_1$ ), Seisontajarrukahvan saranapisteen ja jarruvaijerin kiinnityspisteen välinen matka ( $r_2$ ), seisontajarrua vedettäessä kahvaan tuleva voima ( $F_1$ ), kahvan vetämisestä saranapisteeseen kohdistuva momentti ( $M_1$ ) ja selvitettävänä oleva seisontajarruvaijerille tuleva voima ( $F_2$ ). Kuvan tilanne on yksinkertaistettu laskennan helpottamiseksi.

Teoria kappaleessa sivulla yhdeksän mainittiin maksimi voimat seisontajarrun käsikäyttö laitteelle, jotka olivat 400 N henkilöautolle ja 600 N muille ajoneuvoille. Mittausten ja laskennan tuloksena sain kuvan 10 tapauksessa 147,15 N, joka on reilusti alle käsikäyttölaiteiden maksimi voimaa. Jo tuo 147,15 N veto seisontajarrukahvan päästä on todella rajun tuntuinen eikä sitä käytännössä noin tiukalle vedetä normaalissa käytössä. Jounin haastattelussa kysyin, että onko leikkuupuimurin käsijarru toiminut moitteetta ja pitänyt koneen paikallaan, hän vastasi kyllä, joten uskon tämän mitatun ja lasketun vetovoiman olevan käypä lukuarvo suunnittelun ja komponenttien mitoituksessa. Jarruvaijerille kohdistuvan voiman laskennassa liitteessä yksi laskettiin myös tapaukset, jossa seisontajarrukahvasta vedetään 400 N ja 600 N voimalla. Tuloksia vertaillen voima jarruvaijeriin kasvaa huomattavasti.

Myös seisontajarruvaijerin liikematka mitattiin mittausten yhteydessä. Mittaus suoritettiin seisontajarruvaijerin jarrurummun puoleisesta päästä siten, että ensin mitattiin vaijerin pituus seisontajarrukahva vapautettuna ja toinen mittaus seisontajarrukahva päälle kytkettynä. Kuvassa 9 näkyy punaisin nuolin mittauspisteet, josta mitat otettiin. Mittaustulos seisontajarru vapautettuna oli 245mm ja seisontajarru kytkettynä 234 mm, joten vaijerin liikematkaksi saatiin tulos 11mm. Tässä mittauksessa huomioitavaa on, että liikematka kasvaa seisontajarrun komponenttien kuluessa ja tätä varten vaijeria vetävän toimilaitteen liikematkan täytyy olla hieman 11mm liikematkaa suurempi, jotta se kompensoi kulumista ajan ja käytön myötä.



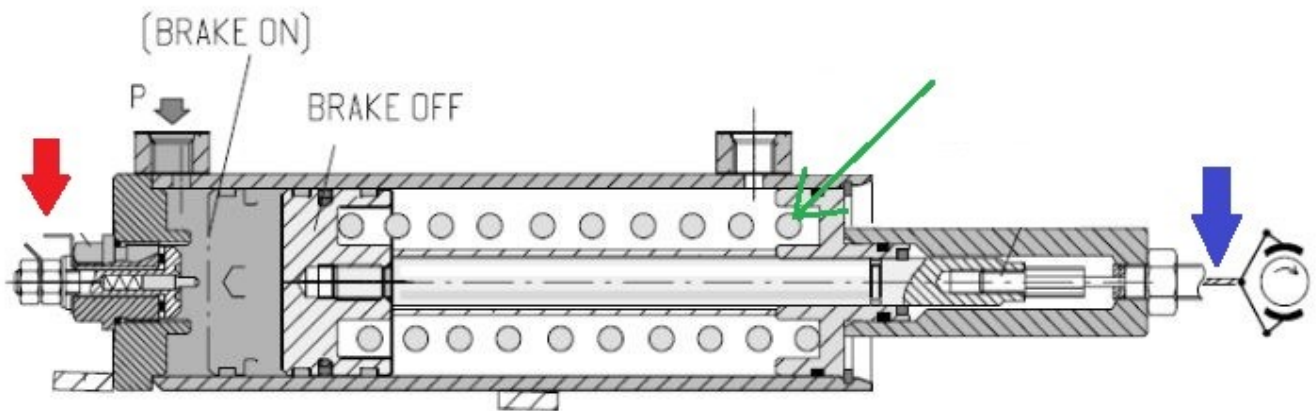
KUVA 9. Seisontajarrun vaijerin kiinnitys.

#### 4.2 Seisontajarrun työsylinteri ja hydraulikkalohko

Kappaleessa 3.2 Seisontajarrun kehitysidea mainittiin sähköhydraulinen seisontajarru ja kappaleessa avattiin Valtra traktoreiden seisontajarru järjestelmää. Suunnitelmana tässä työssä on toteuttaa sähköinen seisontajarrun ohjaus Sampo-Rosenlew leikkuupuimuriin siten että hyödynnetään jo olemassa olevaa jarrujärjestelmää siten että jarrurummulle ja sen osille ei tehdä muutoksia vaan vain ohjaukseen. Käytännössä tämä tarkoittaa seisontajarrukahvan poistamista ja tämän korvaamista toimilaitteella, joka mekaanisesti kytkee seisontajarrun päälle ja on sähköisesti ohjattavissa päälle ja pois. Leikkuupuimurissa on 12 Voltin sähköjärjestelmä ja hydraulikka järjestelmä, josta saadaan hydraulikan ominaisuuksia hyödynnettyä.

Nyt kun seisontajarrukahvan vaijeriin tuottava voima ja liikematka ovat tiedossa voidaan hankkia toimilaitte seisontajarrukahvan tilalle. Virhydro Oy on valtuutettu Valtra huoltopiste ja tätä kautta se saa tilattua alkuperäisiä Valtra varaosia.

Suunnitelmana on hyödyntää Valtran 6000-8000 sarjan seisontajarrusylinteriä pienten muutosten avulla. Kuviossa 3 näkyvillä Valtran 6000-8000 sarjan seisontajarrun työsylinteri.



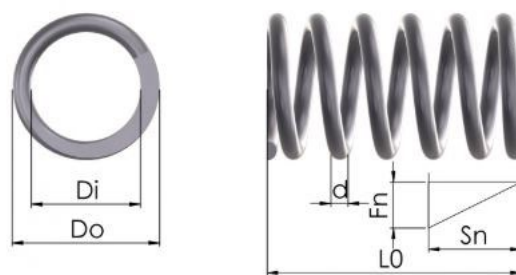
KUVIO 3. Valtra seisontajarrun työsylinteri.

Kuviossa 3 nähdään Valtran seisontajarrusylinterin rakenne. Seisontajarrusylinteri on perusrakenteeltaan paljon normaalia kaksitoimista hydraulisylinteriä muistuttava, mutta tässä sylinterissä liike sisään päin tapahtuu jousen tekemänä mekaanisesti. Kuviossa 3 näkyy neljä nuolta, jotka ovat: punainen= seisontajarrun merkkivalon anturi, harmaa= seisontajarrusylinterin hydraulioiljyn kanava, vihreä= palautinjousi/seisontajarrujousi ja sininen seisontajarruvaijeri. Valtran seisontajarrusylinteri poikkeaa normaalista hydraulisylinteristä siten, että sylinterin peräosassa on seisontajarrun merkkivalolle anturi ja sylinterin etuosassa seisontajarruvaijerin kiinnityksen mahdollistava päätylaippa. Sylinterin päätylaipassa ja sylinterin männässä varren puolella on upotukset puristusjousta varten. Sylinterin varren ulkopäässä ei ole silmukkaa eikä ulkokierrettä vaan sisäkierre vaijerin kiinnitystä varten.

Kun seisontajarrusylinterin kanavaan (harmaa nuoli kuviossa 3) johdetaan hydraulioiljyä paineella, öljy pakottaa jousen painumaan kasaan ja täten vapauttaa seisontajarrun. Jotta seisontajarru pysyy pois kytkettynä leikkuupuimurin liikkuesssa, on seisontajarrusylinterissä olevan öljyn paineen männälle tuottavan voiman pysyttävä puristusjousten voimaa suurempana. Seisontajarru ei missään tilanteessa saa ajon aikana kytkeytyä päälle. Näin sattuesssa seisontajarrun komponentit voivat vaurioitua ja voi syntyä vaarallisen korkeita lämpötiloja, jotka voivat aiheuttaa tulipalon. Etenkin kun otetaan huomioon leikkuupuimurin toimintaympäristö, eli kuiva viljapelto, joka pölyää satoa korjattaessa.

Valtran 6000-8000 sarjan traktoreissa kuvion 3 seisontajarrusylinteri vaikuttaa traktorin käyttöjarruihin. Tämä täytyy huomioida käytettäessä samaa sylinteriä tässä leikkuupuimurin seisontajarrun suunnitelmassa. Valtran jarrujärjestelmää tutkiessa voisi olettaa, että puristusjousi seisontajarrusylinterissä on voimaltaan isompi kuin laskettu tarvittava voima, jonka tarvitsemme leikkuupuimurin sovellukseen. Valtran varaosakirjasta ja korjaamokäsikirjasta ei saatu selvyttä seisontajarrusylinterin vetovoimasta, joten se täytyy mitata käytännössä asennustöiden yhteydessä. Seisontajarrusylinterin liikematka on noin 150mm eli tämä riittää mainiosti suunnittelutyön sovellukseen. Tarvittava liikematka on noin 11mm eli säädöille ja kulumisen varalle seisontajarrusylinterissä riittää kapasiteetti.

Liitteessä 1 laskettiin jouselta tarvittava jousivoima, jonka suuruudeksi saatiin 1144,5 N. Jos Valtran seisontajarrusylinterin jousi osoittautuu paljon laskettua arvoa suuremmaksi, joudutaan jousi korvaamaan pienemmällä. Josta valittaessa täytyy huomioida sylinterin tiivisteistä aieutuvan kitkan ja öljyn siirtämisestä lohkon kautta öljysäiliöön aiheuttavat lisävoimat ja lisätä näiden lukuarvot laskettuun tarvittavaan jousivoimaan. Kuviossa 4 nähdään puristusjousien mitoitussmalli ja jousivoiman laskentakaava, joiden avulla sopiva puristusjousi on helposti valittavissa, kun tarvittava jousivoima ja seisontajarrusylinterin mitat ovat tiedossa.



$d < 0,75$



$d \geq 0,75$

#### LYHENTEET

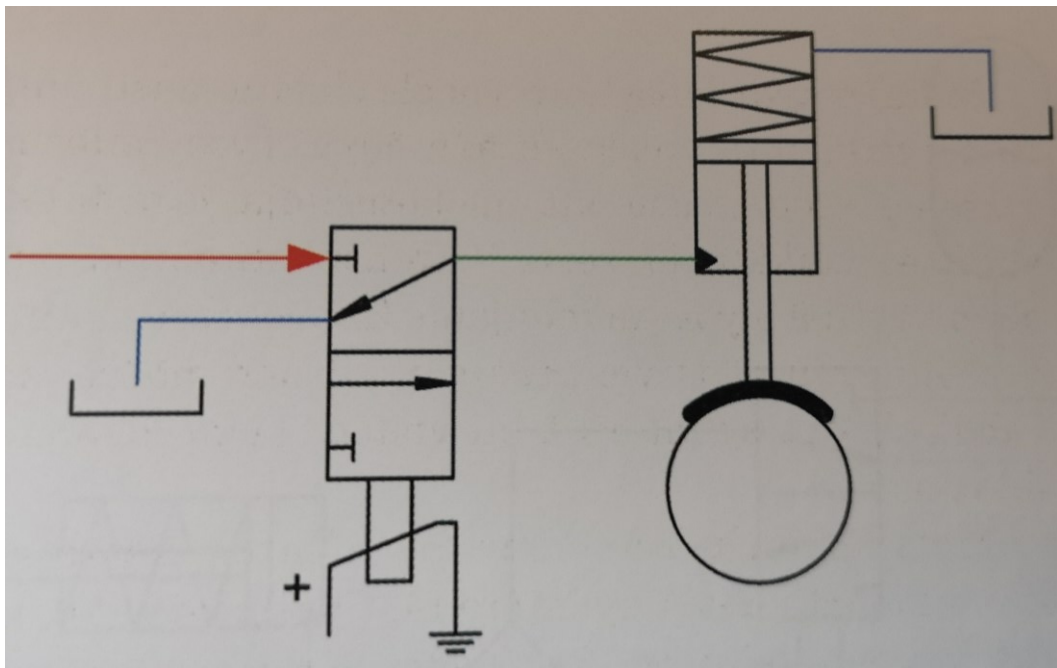
d = langan halkaisija  
 Di = sisähalkaisija  
 Do = ulkohalkaisija  
 L0 = vapaa pituus [mm]  
 Sn = suurin sallittu puristuma [mm]  
 Fn = voima max.puristumalla  
 c = jousivakio N/mm  
 if=joustava kierrosluku [kpl]  
 ig=kokonaiskierrosluku [kpl]

Jousivoima voidaan laskea kertomalla haluttu puristuma (s) jousivakiolla (c)  $F = s * c$

KUVIO 4. Puristusjousen mitoitus. (Kuva: Jousikauppa.fi)

Jotta seisontajarrusylinteriä pystytään käyttämään/ohjaamaan tarvitaan seisontajarrusylinterille oma venttiililohko. Venttiililohkoja on erilaisiin käyttötarpeisiin useita erimallisia ja eri lailla toimivia vaihtoehtoja. Venttiililohkoja ohjataan joko mekaanisesti tai sähköisesti. Suunnittelutyön tapauksessa valitsemme sähköisen venttiililohkon, koska suunnitelmana on ohjata seisontajarrua sähköisesti. Sähköiset venttiilit jakautuvat vielä toiminnan kannalta kahteen osioon: on/off magneettiventtiileihin, joissa hydraulikan kanavat ovat joko täysin auki tai kiinni ja proportionaalsiin magneettiventtiileihin, joissa venttiileitä pystytään virran avulla säätämään hyvinkin tarkasti. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi sylinterin liike on, on/off mallisella venttiilillä räväkkää, kun proportionaalisella venttiilillä sylinterin liikenopeutta pystytään säätämään portaattomasti, vaikka joystick vivulla.

Suunnittelutyön tapauksessa sylinterin liikkeen tarkka hallittavuus ei ole tarpeellinen ominaisuus, joten on/off mallinen magneettiventtiili on sopiva vaihtoehto. Venttiililohkossa tulee olla kaksi asentoa. Ensimmäinen asento, jossa seisontajarru on päälle kytkettynä täytyy venttiililohkon sulkea paine kanava sylinterille ja avata sylinteriltä kanava vapaa paluulle öljysäiliöön. Toisessa asennossa, kun seisontajarru vapautetaan, venttiililohko avaa painekanavan kohti sylinteriä ja tukkii vapaa paluu linjan.



KUVIO 5. Jousikuormitteisen seisontajarrun paineensyöttö venttiilille ja seisontajarrusylinterille. (Kuva: Aula & Mikkonen 2008, 195)



Kuviossa 5 nähdään hydraulikka piirros työkoneen seisontajarrujärjestelmästä. Kuviossa punainen nuoli on painekanava, siniset linjat ovat paluu/tankki linjoja ja vihreä nuoli on kanava venttiililohkolta seisontajarrusylinterille. Tässä suunnittelutyössä tullaan käyttämään samanlaista kytkentää. Kuvion 5 kytkentä mahdollistaa sen, jos leikkuupuimuri sammuu, hydraulikka pettää tai sähköjärjestelmään tulee vikaa, kytkeytyy seisontajarru näissä tilanteissa päälle ja näin leikkuupuimuri pysyy turvallisesti paikoillaan. Tämä oli myös yksi maanviljelijä Jounin suunnittelu toiveista. Suunnittelutyössä Valtran seisontajarrusylinterin rinnalle valitaan on/off magneettiventtiili kahdella asennolla ja neljällä työliitännällä.

Leikkuupuimuriin tutustuessa ja mittauksia suorittaessa 08.02.2020 hahmottelin asennuspaikkaa seisontajarrusylinterille ja magneettiventtiilille. Nopeasti kävi ilmi, että ohjaamon lattian alapinta ja sen tukirakenteet sopisivat hyvin asennuspaikaksi. Tästä on lyhyt matka vaihdelaatikolle ja jarrurummulle. Sijainti mahdollistaa myös hyvin hydraulikan letkuvedot sekä sähköjohtojen vedon ohjaamoon lattian läpiviennin kautta. Virhydro Oy:n korjaamopäällikkö Jyrki Myllyaho myös suosii komponenttien sijoittelu paikaksi juuri ohjaamon lattian alapuolta, mutta komponenttien lopulliset sijainnit selviävät vasta asennuksen yhteydessä ja paikat voivat myös vaihtua asennus työn yhteydessä.

### **4.3 Seisontajarrun sähköinen ohjaus**

Nyt kun seisontajarrusylinteri ja magneettiventtiili ovat selvillä tarvitaan vielä sähköinen ohjaus magneettiventtiilille ja seisontajarrulle. Ohjaukselta vaaditaan muutamia ominaisuuksia. Seisontajarrun päälle kytkentä ei saa olla mahdollinen leikkuupuimurin liikkeessä, sillä se saattaa aiheuttaa suuria lämpötiloja rumpujarrun osille ja tätä kautta aiheuttaa tulipalon vaaran. Seisontajarrusylinterin perässä sijaitseva merkkivaloanturi toimii tärkeässä tehtävässä sillä jos se syttyy ajon aikana, on ajaminen keskeytettävä ja seisontajarrun toiminta tarkastettava. Seisontajarru ei myöskään saa kytkeytyä pois päältä, vaikka leikkuupuimuri sammuu tai sähköjärjestelmästä häviää virta. Jos näin käy saattaa leikkuupuimuri lähteä liikkeelle ilman kuljettajaa ja aiheuttaa vaaratilanteita.

Seisontajarrun päällä pysyminen jokaisessa tilanteessa pystytään varmistamaan hydrauliiikan ja sähköisen ohjauksen avulla siten, että valitaan magneetti venttiili, joka mahdollistaa lepotilassa (kelalla ei jännitettä) kytkennän, jossa seisontajarrusylinterin öljykanava on auki vapaalle paluulle öljysäiliöön ja hydrauliiikan painepiiri on tukittuna. Vasta kun magneettiventtiilin kelalle johdetaan sähköä, venttiili vaihtaa asentoa ja hydrauliiikan paine pääsee seisontajarrusylinteriin ja seisontajarru vapautuu. Samoin tässä tilanteessa, vaikka sähköjärjestelmästä häviää virta, ei tapahdu muutosta magneettiventtiilillä ja seisontajarru pysyy päälle kytkettynä. Kuviossa 5 raportin sivulla 22 on esitelty hydrauliiikkakytkentä, joka noudattaa samaa ajatusta kuin yllä on kerrottu.

Seisontajarrun päälle kytkennän estämiseksi silloin kun leikkuupuimuri on liikkeellä, tarvitaan seisontajarrun ohjaukselle leikkuupuimurin nopeustieto. Sampo-Rosenlew C10 2.0 leikkuupuimurissa ajonopeus otetaan vaihdelaatikosta induktiivisen anturin avulla. Induktiivinen anturi syöttää signaalin leikkuupuimurin CAN-väylään ja ajonopeus näkyy Comvision 2 näytöltä. Leikkuupuimurin oman väylän kautta seisontajarrun ohjauksen pystyy toteuttamaan mutta siihen tarvitaan Sampo-Rosenlew tehtaan apua, työkaluja ja ohjelmointilaitteet. Tulimme Virhydro Oy:n Jyrkin kanssa siihen tulokseen, että leikkuupuimurin oma väylä jätetään rauhaan ja ohjaus toteutetaan omana itsenäisenä järjestelmänä.

Seisontajarrun sähköjärjestelmä koostuu vain muutamasta komponentista ja kytkentä ei ole kovin monimutkainen, mutta ohjauksen toteutus vaatii ohjelmointia. Magneettiventtiili ohjaa seisontajarrusylinterin toimintaa ja magneettiventtiiliä ohjataan sähkövirran avulla. Magneettiventtiilille johdetaan sähköä silloin kun seisontajarru halutaan vapauttaa. Magneettiventtiiliä ohjataan seisontajarrulle valikoidulla katkaisijalla ohjaamosta käsin. Seisontajarrun merkkivalo saadaan toimimaan seisontajarrusylinterin anturin tai seisontajarrulle asennetun kytkimen kautta. Leikkuupuimurin liikkeessä seisontajarrun päälle kytkentä estetään siten, että magneettiventtiilin virransyöttöä ei pystytä katkaisemaan. Tämän toteuttamiseksi hyödyntämättä leikkuupuimurin omaa väylätekniikkaa, tarvitaan seisontajarrun ohjaukselle oma pienoistietokone.



Pienoistietokone hoitaa kokonaisuudessaan käsijarrun käyttöä. Pienoistietokoneelle tehdään ohjelma seisontajarrun ohjauksesta. Ohjelma lukee leikkuupuimurin ajonopeustietoa. Tietyn ajonopeuden esim. 2 km/h ylittyessä ohjelma estää seisontajarrun päälle kytkennän. Ajonopeuden ollessa alle 2 km/h on ohjaamoon sijoitetusta katkaisijasta mahdollista kytkeä seisontajarru päälle. Ohjelmalle asetettu ajonopeuden piste ei voi olla absoluuttinen 0,0 km/h sillä sen toteutuminen on hyvin hankalaa ottaen huomioon voimansiirron välykset ja voi olla, että ohjelma ei antaisi kytkeä seisontajarrua ollenkaan päälle. Seisontajarrun merkkivalo kytkemään palamaan ohjelman kautta, kun katkaisijalla on kerrottu, että halutaan seisontajarru päälle. Seisontajarrusylinterin perässä oleva anturi kytkeytyy silloin kun sylinterin liike menee aivan pohjaan ja tällöin ei välttämättä saavuteta tarvittavaa jarruvoimaa leikkuupuimurin paikalla pitämiseen. Tätä ja muita vikatilanteita varten ohjausjärjestelmälle on asennettava ohjaamoon häiriö valo tai summeri ilmoittamaan vikatilanteista.

Seisontajarrun ohjausjärjestelmä koostuu siis pienoistietokoneesta, seisontajarrun kytkemiseen tarvittavasta katkaisijasta, häiriövalosta ja magneettiventtiilin solenoidista. Ajonopeustieto otetaan leikkuupuimurissa vaihdelaatikossa sijaitsevalta induktiiviselta anturilta. Ohjausjärjestelmälle tulee tehdä oma johtosarja kytkemistä varten. Pientietokoneenärkevin sijoituspaikka on ohjaamossa, siellä se on kuivassa ja poissa ulkoilman suoralta vaikutukselta. Pientietokoneita löytyy useammilta valmistajilta ja Kiinasta niitä saa todella edullisesti. Pientietokoneista on olemassa teollisuuteen tarkoitettuja vankempia malleja ja tällainen on ajatus valita ohjausta varten. Esimerkkinä sovellukseen hyvin sopiva malli voisi olla CONTROLLINO MINI SPS PLC. Kuvassa 10 kuva pienoistietokoneesta.



KUVA 10. Pienoistietokone CONTROLLINO. (Kuva: controllino.biz)

Kuvan 10 mukaiseen pientietokoneeseen ohjelmointi tehdään Arduino IDE ohjelmiston avulla. Tämä ohjelmisto on kaikkien saatavilla ja on ilmainen. Pientietokone voidaan ohjelmoida yhä uudelleen ja uudelleen jos esimerkiksi ajonepeuden kriittistä pistettä joudutaan muuttamaan tai lisäämään ohjaukseen toimintoja/ehtoja, onnistuu nämä toimenpiteet helposti. Pientietokoneessa on useampia lähtö- ja tuloliitäntöjä, joten sitä voidaan hyödyntää myös muihin toimintoihin.

Pientietokone saatetaan toimintakuntoon tuomalla sille 12V jännite ja maadoituskytkennät ja lataamalla sille Arduino IDE ohjelmistolla laadittu ohjelma sisään. Tämän jälkeen siihen kytketään anturin signaalijohto ja muut tarvittavat johtimet kuten katkaisijan, seisontajarrun merkkivalon, häiriövalon ja magneettiventtiilin solenoidin ohjaukselle menevät johtimet. Pientietokoneen liitin josta ohjaus magneettiventtiilin solenoidille tulee kytketään siten, että ohjausvirran avulla ohjataan relettä, joka syöttää virtaa magneettiventtiilin solenoidille. Muiden johtimen osalta tarvittava virta on pienempi ja relettä pientietokoneen suojaamiseksi ei välttämättä tarvita.

#### **4.4 Sähköisen seisontajarrujärjestelmän toiminta**

Seisontajarrujärjestelmän toimintaa on aiemmissa kappaleissa osittain jo kuvattu mutta kokonaisuuden selventämiseksi tässä kappaleessa vielä kuvaus koko järjestelmästä. Suunnitelman mukaan Sampo-Rosenlew C10 2.0 leikkupuimurin perinteinen seisontajarrukahva kokonaisuus tullaan poistamaan ja uudessa sähköisessä järjestelmässä seisontajarrusylinteri jousen voimalla vaijerin välityksellä kytkee seisontajarrun päälle. Seisontajarrusylinteriä ohjataan magneettiventtiilin avulla sähköä ja hydraulikkaa apuna käyttäen. Syötettäessä virtaa magneettiventtiilille avaa se hydraulikkajärjestelmästä painepiirin seisontajarrusylinterille, sylinterin jousi painuu kasaan, vaijeri löystyy ja seisontajarru vapautuu. Kun seisontajarru halutaan kytkeä päälle katkaistaan virta magneettiventtiilin solenoidilta. Magneettiventtiili sulkee hydraulikan painekanavan ja avaa sylinterin öljytilalle vapaapaluulinjan hydraulikkaöljysäiliölle. Sylinterin jousi pääsee avautumaan samalla työntäen öljyn pois vapaapaluu linjaan ja vetäen jarruvaijeria seisontajarrun päälle kytkemiseksi.

Leikkuupuumurin ohjaamosta puretaan mekaaninen seisontajarruvipu pois ja hallintakahvaan sijoitetaan katkaisin seisontajarrun hallintaa varten. Leikkuupuumurin omaa seisontajarrun huomiovaloa hyödynnetään suoraan, sille tuodaan vain tieto pienoistietokoneen kautta. Lisäksi järjestelmän vikatilanteita varten hallintakahvaan lisätään merkkivalo kertomaan mahdollisista vioista. Seisontajarrun ohjauksen hoitaa pientietokone joka mahdollistaa seisontajarrun turvallisen käytön. Tässä toiminta kerrottuna selkeytetysti.

#### 4.5 Kustannusarvio

Kustannusarvio on suuntaa antava ja todelliset kustannukset käyvät ilmi vasta asennustyön jälkeen. Kustannusarviossa on huomioitu tarvittavien komponenttien, hydraulikkaletkujen, sähköjohtojen ja pientarvikkeiden hinnat. Hydraulikkaletkujen ja sähköjohtojen hinnat määräytyvät niiden pituuden sekä halkaisijan mukaan, joten kustannuksista näiden osalta on annettu arvio. Asennustyölle ja ohjelmointityölle on arvioitu kokonaisaika joka on laskettu Virhydro Oy:n korjauksen tuntiveloitushinnalla. Kuvassa 11 näkyy Exceliin tehtynä kustannusarvio seisontajarrujärjestelmästä.

<b>Kustannusarvio 13.05.2020</b>	
Valtra seisontajarrusylinteri 6250-8950	577 €
Jarruvaijeri	80 €
Magneettiventtiili	150 €
Paineenrajoitin	150 €
Hydrauliikkaletkut	80 €
Hydrauliikka nipat/liittimet	50 €
Virtauksensäätöventtiili	30 €
Katkaisija	30 €
Sähköjohdot	15 €
Kytkentärelle 4-napainen 12V 30A	3,5 €
Pienoistietokone	119 €
Pientarvikkeet	50 €
Asennustyö. A hinta 69€. Arvio 16 h.	1104 €
Ohjelmointityö	552 €
<b>Yhteensä:</b>	<b>2990,5 €</b>

KUVA 11. Kustannusarvio

## 5 POHDINTA

### 5.1 Suunnittelutyön lopputulos

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa suunnitelma, kuinka toteuttaa sähköinen seisontajarru Sampo-Rosenlew C10 2.0 leikkuupuimuriin. Suunnittelutyön alussa tutustuttiin jarrujärjestelmiin ja jarrujen lainsäädäntöön. Vaikka seisontajarrua suunnitelman mukaan ohjataan sähköisesti, kytkeytyy seisontajarru päälle mekaanisesti jousen voimalla ja täten se täyttää vaatimuksen mekaanisesta seisontajarrun pidättimestä. Mekaanisen seisontajarruvivun vaijerille välittävä voima laskettiin, jotta korvaavaan komponenttiin pystyttiin mitoittamaan oikean kokoinen puristusjousi. Näillä toimenpiteillä varmistuttiin siitä, että seisontajarrun jarruvoimaan ei tule muutosta sitä käyttävän järjestelmän muutoksen takia.

Seisontajarrun ohjausta ajateltiin ensin toteuttaa ilman väylää tai älyä käyttäen. Aikarele oli yhtenä vaihtoehtona mutta sen avulla järjestelmästä ei olisi saatu luotettavaa ja turvallista. Leikkuupuimurissa on oma väylä moottorin ohjaukselle ja pintitoimintojen ohjaukseen mutta näihin emme kokeneet viisaana ideana lähteä tekemään lisäystä seisontajarrun ohjaukselle. Näin syntyi ajatus käyttää pientietokonetta jarrujärjestelmän ohjauksen toteuttamiseen. Seisontajarrun moitteettoman toiminnan takaamiseksi pientietokoneen ohjelman on toimittava pomminvarmasti. Tähän tarvitaan ohjelmointiin perehtyneen henkilön apua, jos järjestelmä aiotaan toteuttaa. Ennen kun seisontajarrun jarrujärjestelmän ohjausta voidaan alkaa tuottamaan, täytyy leikkuupuimurin pyörintänopeusanturin tuottama signaali eri ajonopeuksilla mitata. Mittausten perusteella saadaan selville anturin tuottama taajuusalue ajonopeuden suhteen. Tämän tiedon avulla voidaan määrittää ohjaukselle rajapiste jonka ympärillä ohjaus toimii.

Suunnittelutyössä järjestelmän eri komponenttien sijoitukselle annettiin ehdotukset, minne ne voitaisiin asentaa. Komponenttien lopulliset asennuspaikat tulevat esille asennustöiden yhteydessä ja näin ollen asentaja voi katsoaärkevimmät paikat kiinnityksille. Ohjaamon lattian alapinta toimii kuitenkin hyvänä asennuspaikkana, sillä siitä on lyhyt matka jarrurummulle ja ohjaamon läpiviennit ovat

lähettyvillä. Hydrauliiikan vedot sen sijaan joudutaan hakemaan hieman kauempaa koneen hydraulikkajärjestelmän luota. Hydraulikkaletkuihin tulee asentaa painepuolelle paineenrajoitin sylinterin ja puristusjousen suojelemiseksi. Hydraulikka kytkennän vapaapaluuseen voidaan tarpeen mukaan asentaa virtauksensäätöventtiili jonka avulla seisontajarrusylinterin kytkentäliikettä voidaan säädellä.

Suunnittelutyössä järjestelmän komponenteista ja asennustöistä laadittiin kustannusarvio. Kuten nimestä käy ilmi on se arvio eli suuntaa antava lukema. Kustannusarvion loppusumma koostui noin puoliksi komponenteista ja tarvikkeista ja toisen puolen muodosti asennustyö ja ohjelmiston laatiminen. Kustannusarvion mukaan työn toteutukselle tuli hintaa 2990,50€. Mielestäni hinta on melko korkea, kun ajattelee asiaa ohjaamosta katsottuna. Ainut muutos ohjaamossa on seisontajarrukahvan poistuminen lattialta ja tilalle on tullut sähkökytkin hallintakahvaan. Yksi syy suunnitelmalle oli kuitenkin kuljettajan ergonomia ja mekaanisen seisontajarrukahvan käyttö lattian rajasta ei ole ergonominen suorite kuten raportin sivulla 16 on kuvattu. Päätös sähköisen seisontajarrun toteutuksesta on maanviljelijän hallussa. Toki suunnitelma käy kaikkiin Sampo-Rosenlew C10 2.0 ja C12 2.0 leikkuupuimureihin, joten suunnitelmaa pystytään hyödyntämään hieman laajemmin.

## **5.2 Opinnäytetyön suorittaminen**

Opinnäytetyön tekeminen onnistui suunnitellulla tavalla ja opinnäytetyön sopimuksen aikarajaan mennessä. Yhteistyö Virhydro Oy:n korjaamopäällikkö Jyrki Myllyahon sekä maanviljelijä Jouni Mesimäen kanssa sujui kiitettävästi. Sain työhön liittyen apuja ja tietoa aina tarvittaessa ja Jouni mahdollisti leikkuupuimuriin tutustumisen sekä mittauksien suorittamisen maatilallaan.

Otin suunnittelussa huomioon korjaamopäällikön ja asiakkaan näkökulmat ja pyrin noudattamaan niitä. Suunnittelun lopputulokseen olen tyytyväinen. Suunnitelma antaa hyvän pohjan seisontajarrujärjestelmän toteutukseen, sillä raporttiin perehtymällä ammattitaitoinen asentaja osaa hankkia tarvittavat osat ja toteuttaa suunnitelman.

## LÄHTEET

Aula, E., Mikkonen, P. 2008. Liikkuvan kaluston sähköhydrauliikka. Helsinki: Vammalan kirjapaino Oy.

Hyvärinen, V., Mylläri, A., Rantala, J. & Sirola, J. 2009. Auto- ja kuljetusalan perusoppi 4. 4. painos. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

Mesimäki, J. Maanviljelijä. 2020. Haastattelu 08.02.2020. Haastattelija Suokas, E. Tampere.

Myllyaho, J. Korjaamopäällikkö. 2020. Haastattelu 06.05.2020. Haastattelija Suokas, E. Tampere.

Mäkelä, M., Soininen, L., Tuomola, S. & Öistämö, J. 2015. Tekniikan Kaavasto. 15. painos. Tampere: AMK-Kustannus Oy.

Söderström, W. & Toivonen, R. 1982. Tekniikan tietokeskus 4. Porvoo: WSOY

Liikenne- ja viestintäministeriön asetus traktorien, moottorityökoneiden ja maastoajoneuvojen, niiden perävaunujen sekä hinattavien laitteiden rakenteesta ja varusteista 7.4.2006/274

## LIITTEET

Liite 1. Seisontajarrukahvan vaijeriin tuottavan voiman laskenta.

<u>Opinnäytetyö</u>					
<u>Seisontajarrukahvalta jarruvivulle välittyvän voiman laskenta.</u>					
Kaavat:		Lähtötiedot:			Mitattu vetovoima kiloina:
$F=m \cdot g$	N	$g=$	9,81	$m/s^2$	15 kg
$M=F \cdot r$	Nm	$r_1=$	0,35	m	
		$r_2=$	0,045	m	
		$F_1=$	147,15	N	
		$F_2=$	?	N	
		$M_1=$	51,5025	Nm	
		<b><math>F_2=m_1/r_2</math></b>		<b>1144,5 N</b>	
		Voima Newtonina:		<b>1144,5 N</b>	
		Voima kiloina:		<b>116,6667 Kg</b>	
Kaavaan sijoittamalla henkilöauton ja muun ajoneuvon vaaditun max seisontajarrukahvaan kohdistuneen voiman mukaan vaijeriin välittyvä voima.					
Henkilöauto max voima seisontajarrukahvalle:					
400 Nm					
F,henk.	3111 N				
	317,1 kg				
Muu ajoneuvo max voima seisontajarrukahvalle:					
600 Nm					
F,Muu.	4667 Nm				
	476 kg				