

Juhani Hietaoja

Metsäkuormaimen sähköisen esiohjauksen suunnittelu

Opinnäytetyö

Opinnäytetyö

Kevät 2014

Tekniikan yksikkö

Auto ja työkonetekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Koulutusohjelma: Kone ja tuotantotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Auto ja työkonetekniikka

Tekijä: Juhani Hietaoja

Työn nimi: Metsäkuormaimen sähköisen esiohjauksen suunnittelu

Ohjaaja:Hannu Ylinen

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 42

Liitteiden lukumäärä: 5

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella vanhan mekaanisesti ohjatun venttiilipöydän korvaaminen uudella, sähköisesti esiohjatulla venttiilipöydällä.

Vanhalla venttiilistöllä kuormaajaa käytettäessä kuormausasento on varsin epämukava. Kuljettajan pitää työskennellä hankalissa työasennoissa ja mekaanisen venttiilistön käyttö vaatii voimaa. Kun mekaaninen venttiilistö korvattaisiin uudella sähköisesti esiohjatulla järjestelmällä, jota hallitaan kahdella vivulla, parantuisi kuormausasento huomattavasti eikä voimaa tarvitsisi käyttää niin paljoa.

Työn toimeksiantajana on Erkki ja Seija Hietaojan maatila Kankaanpäässä. Tilan toimintaan kuuluu lisäksi kalkin levitysurakointi.

Teoriaosiossa käsiteltiin hydrauliiikan peruskomponentteja kuten pumppuja, moottoreita ja niiden eri variaatioita. Lisäksi käsiteltiin hydrauliiikkasyylintereitä, kaksitoimisia sylintereitä ja kippisylintereitä. Hydrauliiikan osa-alue käsittää myös suodattimet. Mitoitus ja liitokset ovat työn kannalta oleellinen osa-alue, joten niitäkin työssä on käsitelty.

Varsinaista hydrauliiikan ohjausta käsiteltiin omassa osiossaan. Ohjausjärjestelmiin kuuluu, mekaaninen ohjaus, hydraulinen esiohjaus ja sähköinen esiohjaus. Tässä työssä oli tarkoitus keskittyä sähköiseen esiohjaukseen ja sen suunnittelemiseen, asentamiseen ja tarvittaviin muutoksiin työkoneessa. Suunnittelun kohteena oleva laitteisto on esitelty omana osiona.

Työn tavoitteena syntyi suunnitelma jonka kohteena oli traktori ja siihen kytketty levityskärri. Traktoriin suunniteltiin hallintakahvoille kiinnikkeet. Kärriyn suunniteltiin paikka venttiilistölle. Tarvittavat kiinnikkeet ja sovitteet suunniteltiin ja piirrettiin AUTOCAD INVENTOR ohjelmistolla. Kahvoiksi suunniteltiin valittaviksi Rotec Engineering:in ergo digi-stick -kahvat.

Avainsanat: hydrauliiikka, hallinta, sähköinen, venttiilistö, kuormain, ergonomia

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Juhani Hietaoja

Title of thesis: Designing of electrical crane controlling system

Supervisor: Hannu Ylinen

Year: 2014 Number of pages: 42 Number of appendices: 5

The subject of this thesis was to design a change of an old mechanical loader control board to a new electrically controlled version.

Working posture was very uncomfortable. The driver has to be in a difficult posture while working. The old mechanical valves need much force. If the valves are replaced with a new electrical version which are controlled by two joysticks that would make a loading posture better, and the driver must not use force that much.

The thesis was commissioned by Erkki and Seija Hietaoja farm in Kankaanpää. A lime spread contracting is one part of the businesses of the farm.

In the theory part the basic hydraulics and components like pumps, engines and their variations were dealt. Also the hydraulic cylinders, double acting cylinders and lift cylinders were dealt. Filters, designing, measuring and joints are important part of the hydraulic system

The hydraulics is presented in its own section. The mechanic, hydraulic and an electrically controlling are included in the controlling systems. Purpose of this thesis is to focus on the electrically controlled system designing, an installation and the changes which are needed.

The target of the job was the tractor and its trailer. For the joysticks there were places and fasteners designed in the tractor and a place for the valve board was designed to the trailer. All of the fasteners and fitting parts were drawn with the AUTOCAD INVENTOR program. The ergo digi joysticks by the Rotec Engineering were planned to be chosen.

Keywords: hydraulics, control, electrical, valves, crane, ergonomic

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Työn tausta	7
1.2 Työn tavoite	7
1.3 Toimeksiantaja.....	8
2 HYDRAULIIKKA LIIKKUVASSA KALUSTOSSA	9
2.1 Avoimet järjestelmät.....	9
2.2 Suljetut järjestelmät.....	10
2.3 Pumput.....	10
2.3.1 Hammaspyöräpumput.....	11
2.3.2 Mäntäpumput.....	12
2.4 Moottorit	14
2.4.1 Mäntämoottorit.....	14
2.4.2 Hammaspyörämoottorit.....	15
2.5 Venttiilit	15
2.5.1 Monilohkoventtiilit.....	15
2.5.2 Yksilohkoventtiilit.....	15
2.6 Sylinterit	16
2.7 Suodatus.....	18
2.8 Liitokset ja pikaliittimet	18
2.9 Mitoitus.....	18
3 HYDRAULIIKAN OHJAUS	20
3.1 Mekaaninen ohjaus	20
3.2 Hydraulinen esiohjaus.....	21
3.3 Sähköinen esiohjaus	21
3.3.1 On/off-tyyppiset venttiilit.....	23
3.3.2 Proportionaaliventtiilit.....	23

3.3.3 Kuormantunteva järjestelmä (LS).....	24
4 LAITTEISTON SUUNNITTELU	25
4.1 Traktori.....	25
4.2 Levitinkärry+kuormain.....	28
5 VENTTIILISTÖ.....	31
5.1 Venttiilistön valinta	31
5.2 Venttiilipöydän sijoittelu.....	33
6 KAHVAT	34
6.1 Kahvojen valinta.....	34
6.2 Kahvojen sijoittelu	35
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET	38
8 YHTEENVETO.....	39
LÄHTEET	41
LIITTEET.....	42

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1 Avoin järjestelmä (Louhos. Louhos.1992)	9
Kuvio 2 Suljettu järjestelmä (Louhos. Louhos.1992)	10
Kuvio 3 kaksitoiminen sylinteri (Sylinteri Kailatec,[viitattu 27.4])	16
Kuvio 4 Kippisylinteri (Nurmi, [viitattu 27.4.2014])	17
Kuvio 5 Mekaaninen venttiilistö (Juhani Hietaoja 2014)	20
Kuvio 6 Sähköinen ohjaussauva (Juhani Hietaoja 2014)	22
Kuvio 7 Sähköinen venttiilistö (Juhani Hietaoja 2014)	22
Kuvio 8 Ls-järjestelmä (Louhos. Louhos.2008)	24
Kuvio 9 Valtra Valmet 8150 (Juhani Hietaoja 2014).....	25
Kuva 10 Kalkinlevityskärry (Juhani Hietaoja 2014)	28
Kuvio 11 Alennusvaihte/ Suunnanvaihdin (Juhani Hietaoja 2014)	29
Kuvio 12 Kahmari (Juhani Hietaoja 2014).....	30
Kuvio 13 Venttiilistö BC60 (Rotec Engineering, [viitattu 27.4.2014])	32
Kuvio 14 venttiilistön teline (Juhani Hietaoja 2014).....	33
Kuvio 15 Ergo-digistick kahva. (Rotec Engineering, [viitattu 27.4.2014])	34
Kuvio 16 Kahvojen hallinnat (Rotec engineering [viitattu 27.4.2014])	36
Kuvio 17 Ohjaamon kiinnikkeet (Juhani Hietaoja 2014).....	37
Kuvio 18 Ohjaamossa istuin käännettynä (Juhani Hietaoja 2014)	37

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia ja suunnitella vanhan mekaanisesti ohjatun venttiilipöydän korvaamista uudella, sähköisesti esiohjatulla venttiilipöydällä. Idea vanhan venttiilipöydän korvaamisesta sähköisesti esiohjatulla mallilla muodostui, kun kalkkivaunua kytkettiin traktoriin. Kytkentä oli hankalaa painavan venttiilistön vuoksi. Venttiilistö on myös erittäin hankalan muotoinen, painava ja yleensä aina öljyinen. Öljyinen, painava venttiilipöytä sotkee myös turhaan vaatteet ja siten heikentää työssä viihtymistä.

Venttiilipöydän kytkentään tarvitaan kaksi henkilöä. Mikäli vanhat painavat osat korvattaisiin kevyillä sähköisillä hallintakahvoilla, kytkennän voisi tehdä yksi ihminen. Kytkennän lisäksi hankaluuksia tuottaa venttiilin käyttöönotto työmaalla. Kun kuormaus alkaa, takalasi joudutaan avaamaan ja venttiilistö vedetään käsin kuormausasentoon lähemmäksi kuljettajaa. Tämän vuoksi ajetaan usein koko päivä takalasi auki ja kalkin levityksestä muodostuva levityspöly pääsee traktoriin ja siten kuljettajan hengitettäväksi.

1.2 Työn tavoite

Vanhanmallista venttiilipöytää käytettäessä kuormausasento on varsin epämukava. Kuljettajan pitää olla hieman etukumarassa, mikä rasittaa niskoja, selkää sekä käsiä. Venttiilistön käyttö vaatii myös tarpeettoman paljon voimaa. Mikäli venttiilistö korvataan uudella sähköisesti esiohjatulla järjestelmällä, jota hallitaan kahdella kevytkäyttöisellä vivulla, kuormausasennosta muodostuisi parempi. Tavoitteena on siis mitoitaa ja valita sopivat kahvat, venttiilistö, suunnitella edellä mainituille asianmukaiset paikat ja mahdollistaa tulevaisuudessa vanhan mekaanisen venttiilistön korvaus uudella elektronisesti ohjatulla venttiilistöllä.

1.3 Toimeksiantaja

Työn tilaava yritys on Erkki ja Seija Hietaojan maatila Kankaanpäässä. Tilalla on lypsykarjaa, nuorkarjaa ja lihanautoja. Yhteenlaskettu eläinmäärä tilalla on 260 kappaletta nautoja.

Tilalla harjoitetaan myös koneurakointia. Koneurakointi muodostuu lietteenlevityksestä kahdella pumppukuormainkärryllä, kalkin levityksestä, säilörehun teon urakoinnista ja pienimuotoisesta turveurakoinnista. Tila on aloittanut toimintansa vuonna 1989. Tilan kalusto koostuu viidestä traktorista, joista neljässä on yli 150 hevosvoimaa. Muita tilalla olevia maatalouskoneita ovat muun muassa leikkuupuimuri (yhteinen toisen tilan kanssa), niittomurskain, tarkkuussilppuri, peltojen kunnostusjyrsin, äes, apulannan keskipakoislevitin, 5-teräiset kääntöaurat ja muut maataloudessa tarvittavat työvälineet. Lisäksi kahdessa traktorissa on etukuormain.

Koneurakoinnin osuus tilan liikevaihdosta on noin 30–40 % ja se on siten merkittävä lisätulonlähde. Koneurakointi edellyttää hyvää kalustoa minkä vuoksi traktorit ja urakoinnissa tarvittavat koneet ovat uudehkoja. Urakointikausi on yleensä melko lyhyt, esimerkiksi keväällä noin kolme viikkoa, joten traktorien ja työkoneiden pitää toimia kyseisenä ajankohtana. Traktorit vaihdetaan yleensä kun traktoreilla on ajettu 7000–10000 käyttötuntia. (Hietaoja. 2014.)

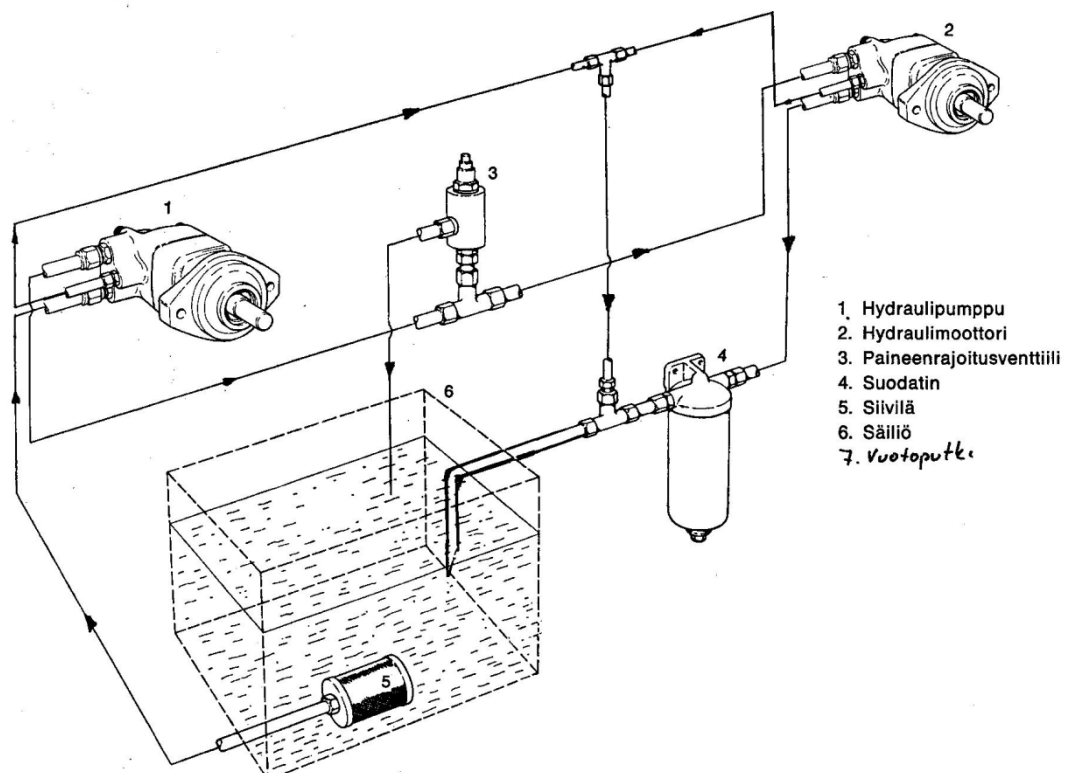
Kalkitukseen käytetään vuodessa aikaa noin 100–200 tuntia. Kalkituksen aiheuttama työmäärä riippuu paljolti siitä, miten aktiivisesti alueen viljelijät haluavat kalkita peltojaan. Kalkin hinta saattaa vaihdella jonkin verran vuosittain mutta sillä ei ole kovin suurta merkitystä viljelijöiden kalkitushalukkuudelle. (Hietaoja. 2014.)

2 HYDRAULIIKKA LIIKKUVASSA KALUSTOSSA

Hydraulijärjestelmät voidaan jakaa rakenteensa perusteella kahteen pääryhmään, avoimeen ja suljettuun järjestelmään

2.1 Avoimet järjestelmät

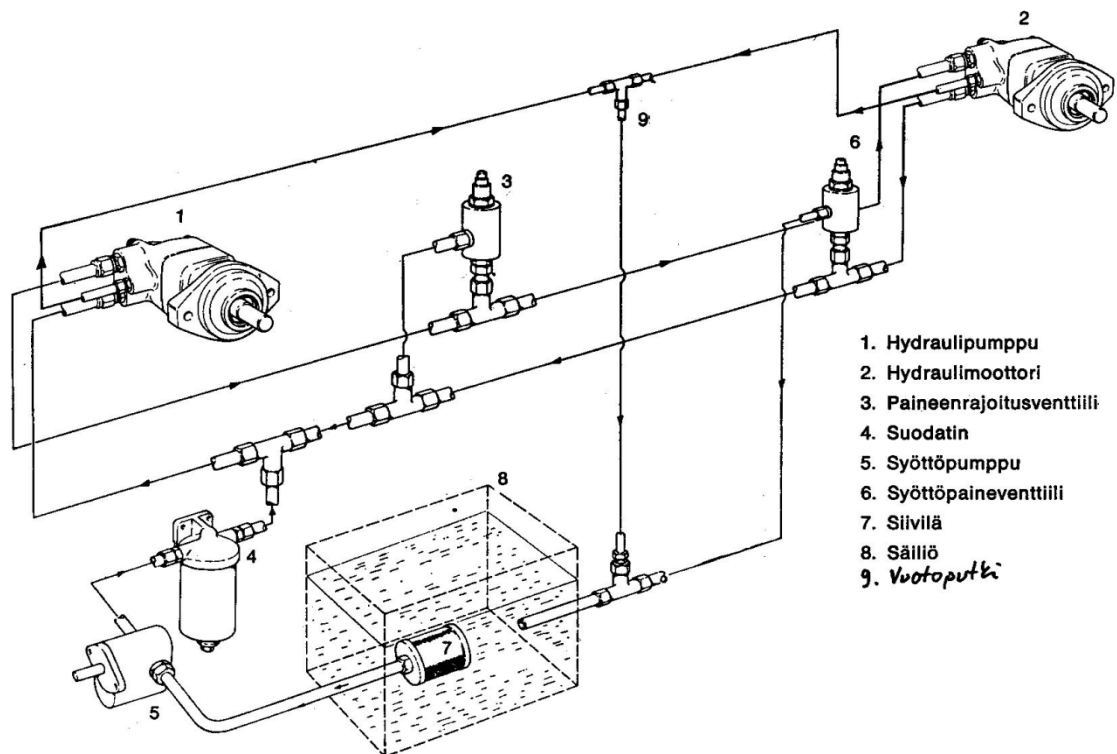
Avoimessa järjestelmässä pumpu imee öljyn säiliöstä ja syöttää sen painepuolen kanavien kautta toimilaitteisiin, työsylintereihin ja hydraulimoottoreihin. Hydraulipumpun pyörimisnopeus ei saa järjestelmässä ylittää niin sanotun itseimukierroslukua, koska muuten pumpussa saattaa syntyä kavitaation aiheuttamia vaurioita. Kavitaatiota voidaan ennaltaehkäistä tarpeeksi suurella imuputkella, jossa ei ole jyrkkiä mutkia. Paluuöljy ohjataan suoraan säiliöön, josta pumpu imee sen taas kierto. (Kuvio 1) (Louhos & Louhos. 1992.)



Kuvio 1. Avoin järjestelmä (Louhos & Louhos.1992).

2.2 Suljetut järjestelmät

Hydrauliikassa käytetään myös suljettua järjestelmää, jossa paluuöljy johdetaan käytettävästä yksiköstä, esimerkiksi hydraulimoottorista, suoraan takaisin pumpun imukanavaan. Järjestelmässä käytetään myös pientä syöttöpumppua, jolla saadaan pieni ylipaine imupuolelle (kuvio 2). Tämän ansiosta pumpussa voidaan sallia huomattavasti suurempi pyörimisnopeus kuin avoimessa järjestelmässä. (Louhos & Louhos.1992.)



Kuvio 2. Suljettu järjestelmä (Louhos & Louhos. 1992).

2.3 Pumput

Pumpuilla tarkoitetaan sitä hydrauliikan osaa jolla tuotetaan hydraulista painetta ja tilavuusvirtaa. Hydraulipumput muuttavat mekaanisen tehon hydrauliseksi tehoksi

yleensä dieselmoottorilta pyörivältä akselilta vääntömomenttina ja kulmanopeutena. Tilavuudessa käytetään usein yksikköä kuutiodesimetri (dm^3), mikä vastaa yhtä litraa. Paineen yksikkönä käytetään yleensä megapascalialia (MPa). (Aula & Mikkonen. 2008.)

Pumppuja voidaan jakaa moniin eri ryhmiin monin eri perustein. Yksi jakotapa on matalapainehydrauliikan tai korkeapainehydrauliikan välillä. Karkeana raja-arvona voidaan pitää viiden megapascalin painetta (MPa). Toisena perusteena voidaan pitää toimintatapaa. Yleisimpiä toimintatapoja ovat hammaspyöräpumppu (gear pump) ja aksiaalimäntäpumppu (axial piston pump). Matalapaineista hammaspyöräpumppua käytetään usein polttomoottoreiden sekä vaihteistojen voitelupumppuna. Mutta myös työkonehydrauliikassa käytetään hammaspyöräpumppuja korkeapainepumppuina. Korkeapaine hammaspyöräpumput ovat toimintaperiaatteeltaan hyvinkin samankaltaisia kuin matalapaineiset hammaspyöräpumput. Valmistuksessa käytettävät toleranssit ovat kuitenkin huomattavasti tarkemmat kuin matalapainepumppuissa, johtuen korkeammasta painetasosta. (Aula & Mikkonen. 2008.)

2.3.1 Hammaspyöräpumput

Korkeapaineiset hammaspyöräpumput voivat olla joko yksi, tai kaksiosaisia. Kaksoispumppu muodostuu erillisistä saman käyttöakselin pyörittämistä hammaspyöräpareista, jotka ovat sijoitettu omiin koteloihinsa. Kaksoispumppua käytetään, kun halutaan kaksi erillistä hydrauliikkapiiriä toimimaan toisistaan riippumatta. Niillä voi olla erilaiset työpaineet ja käyttöpiirit. (Aula & Mikkonen. 2008.)

Kiinteätuottoinen pumppu on rakenteeltaan selkeä. Sen ongelma on ylimääräisen tuoton aiheuttaman tehon häviö ja lämmön hukkaaminen hydrauliikkaan. Tämä johtaa suurempaan polttoaineenkulutukseen sekä öljyn lämpenemiseen.

Kiinteätilavuuksisen pumpun ylimääräinen tuotto ohjataan varoventtiilin kautta takaisin tankkiin.

Pumpun tuottoa voidaan säätää vain sen pyörintänopeutta muuttamalla. Työkonekäytössä se tarkoittaa lähes poikkeuksetta dieselmoottorin pyörintänopeuden muuttamista. Mikäli nopeutta haluttaisiin muuttaa välityksillä, vaihteistolle tulisi lisähintaa eikä se sovellu työkonekäyttöön. (Aula & Mikkonen. 2008.)

Pumpun hukkatuotto aiheuttaa runsaasti hukkalämpöä. Jos järjestelmän käyttöaste on korkea, öljy lämpenee nopeasti. Tarvitaan tehokas jäähdytysjärjestelmä. Kiinteätilavuuksisen pumpun vapaakäyntiajalle on helppo järjestää vapaakierto, jolloin hukkatehoa ei muodostu kovin paljoa. Jos öljyä tarvitaan korkealla paineella, mutta ei läheskään koko pumpun tuottamaa määrää, on käyttämättä jäävä tuotto palautettava paineen alaisena varoventtiilin tai muun paineenalennusjärjestelmän kautta takaisin säiliöön. Tasainen kuormitus pienellä öljymäärällä on epätaloudellista ja tuottaa runsaasti hukkalämpöä. (Aula & Mikkonen. 2008.)

2.3.2 Mäntäpumput

Aksiaalimäntäpumput voivat olla joko kiinteätilavuuksisia tai säätötilavuuksisia. Käyttöakseli pyörittää yleensä sylinteriryhmää. Mäntien liikettä sylintereissä ohjataan useimmiten pumpun runkoon kiinnitetyllä vinolevyllä ja sen palautuslevyllä. Palautuslevyn kulma on sama kuin vinolevyinkin kulma. Palautuslevyn tehtävänä on mäntien sisään vetäminen imutahdin aikana. Säätötilavuuspumpun iskuilavuutta säädetään muuttamalla vinolevyn kulmaa. (Aula & Mikkonen. 2008.)

Pumpun iskunpituus ja siihen suoraan verrannollisena suureena kierrostilavuus määräytyvät pumpun vinolevyn ja pyörivän sylinteriryhmän välisen kulman sinin mukaisesti. Pumppu ei tuota öljyä, jos vinolevy on sylinteriryhmän kiertoliikkeen suuntaisessa asennossa. Pumpun tuotto kasvaa kulman jyrketessä. Vinolevyn ja

mäntien liukupintojen välinen paine kasvaa nopeasti kulman tullessa jyrkemmäksi. (Aula & Mikkonen. 2008.)

Vastaavasti kiinteätuottoisen aksiaalimäntäpumpun vinolevyn kulma sylinteriryhmään nähden on vakio. Sen tuotto riippuu pääosin pyörintänopeudesta ja ohivuodosta. Vuodon määrää voidaan ilmaista käsitteellä volymeerinen hyötysuhde, joka on pumpun todellinen tuotto jollakin painearvolla jaettuna pumpun laskennallisella tuotolla. (Aula & Mikkonen. 2008.)

Säätötilavuuspumpuissa jousivoima pyrkii kääntämään vinolevyn tuottokulman. Jousta vastaan tarvitaan noin 0,3 MPa:n paine. Kun paineensäädin rajoittaa tuottoa, säätimestä tulee kuristimen kautta öljyä vinolevyä kääntävän säätömännän päälle. Poistokanava säätömännän päältä tankkiin avautuu, kun mäntä on painunut niin syväälle, että vinolevy on nollakulmassa. Tulovirtaus ja vuotovirtaus aiheuttavat männän päälle tasapainotilan, jossa pumppu pysyy nollatuottoisena. (Aula & Mikkonen. 2008.)

Säätötilavuuspumpussa voidaan säätää sylinteriryhmän ja vinolevyn välistä kulmaa. Kulman säätö voidaan toteuttaa joko sylintereitä tai vinolevyä kääntämällä. Silti yleisin ratkaisu on kääntää vinolevyä jousipainetta vastaan. Työhydrauliikassa säätimelle tulevalla paineella ei ole merkitystä, kunhan se riittää vinolevyn kääntämiseen. Jo 0,5 MPa riittää, mutta säädin säätyy aivan samalla tavalla myös täysillä työpaineilla. Tilanne muuttuu erilaiseksi, kun puhutaan kaksisuuntaisista pumpuista, joissa voidaan säätää tuottokulmaa säätimen säätöpainetta säätämällä tai rajoittamalla. (Aula & Mikkonen. 2008.)

Säätötilavuuspumpun toimintakulma säädetään perustilassa jousen avulla mahdollisimman suureksi. Sitä voidaan pienentää pumpun säätimellä ohjattavalla pumpun itseensä tuottamalla paineöljyllä. Pumppu käynnistyy aina täydellä tuotolla. Kun järjestelmä saavuttaa peruspaineen, säädin päästää pumpun tuottamaa paineöljyä pumpun säätömännän päälle. Säätömäntä kääntää vinolevyn nollakulmaan, jos painelinjassa on peruspaineen suuruinen paine. (Aula & Mikkonen. 2008.)

Työkonekäytössä pumpun säätimiin voi myös kuulua kolmaskin säädin. Säätimen tehtävänä on loiventaa pumpun vinolevyn kulmaa työpaineen noustessa. Tällöin

pyritään rajaamaan pumpun ottama maksimiteho ja sen vaatima vääntömomentti johonkin ennalta määritettyyn tasoon. (Aula & Mikkonen. 2008.)

Esimerkiksi kun kaivinkoneen kauhaa liikutellaan ilmassa, se liikkuu hyvinkin kevyesti. Pieni paine riittää sen liikuttamiseen. Liikenopeuden rajoittaminen tapahtuu lähinnä pumpun tuotolla ja painekompensaattorilla, joka rajaa öljyn virtausta venttiilistössä painehäviön mukaisesti. Kun kauha ottaa kiinni vastustavaan maapenkkaan ja kauhaa käytetään maan irrottamiseen, niin kauhan liikkumiseen vaadittava voima ja voiman saavuttamiseksi tarvittava öljynpaine kasvavat. Kuormanpainetieto aiheuttaa säätimessä pyynnön tuoton lisäämiseen kääntämällä vinolevyä jyrkempään kulmaan. Työpaineen nousu aiheuttaa kuitenkin tässä säädintyypissä vinolevyn käännön rajoituksen siten, että mitä isompi työpaine on, sitä loivempaan kulmaan vinolevy enimmillään pääsee. (Aula & Mikkonen. 2008.)

2.4 Moottorit

Moottori toimii periaatteeltaan kuin pumppu, mutta päinvastoin. Se muuttaa öljyn virtauksen ja paineen takaisin vääntömomentiksi ja kulmanopeudeksi, mekaaniseksi tehoksi. (Aula & Mikkonen. 2008.)

2.4.1 Mäntämoottorit

Mäntämoottorit voivat olla joko kiinteä- tai säätävätilavuuksisia. Kierrostilavuudella tarkoitetaan sitä öljynmäärää, joka kulkee moottorin läpi yhdellä kierroksella. Pienellä kierrostilavuudella pyörimisnopeus on suuri, mutta vääntömomentti pieni. Kun kierrostilavuus suurenee, pyörimisnopeus pienenee ja täten vääntömomentti suurenee. Säätävätilavuuksisen mäntämoottorin pyörimisnopeutta säädetään muuttamalla kierrostilavuutta. (Aula & Mikkonen. 2008.)

Pyörivä liike saadaan aikaan pyörivässä sylinteriryhmässä edestakaisin liikkuvien mäntien avulla. Moottoriin tuotettu hydraulinen paine painaa mäntää pumpputyypistä riippuen vinolevyä, vinoakselia tai nokkarengasta kohden.

Mäntämootoreita on aksiaalisesti toimivia tai akselin säteen suunnassa toimivia eli radiaalisesti toimivia säteismootoreita. (Aula & Mikkonen. 2008.)

2.4.2 Hammaspyörämootorit

Hammaspyörämootorit ovat rakenteeltaan yhtä yksinkertaisia kuin hammaspyöräpumputkin. Toiminta perustuu siihen että pumpun pesään tulevan öljyn paine pyrkii laajentamaan pesän ja hammaspyörän hampaiden rajoittamaa kammiota ja näin paine työntää hampaita paluupuolen suuntaan. Hammaspyörämootorit eroavat rakenteensa puolesta hyvin vähän pumpuista. Erot ovat vain kanavien ja aukkojen muotoilussa. Moottori voidaan tehdä molempiin suuntiin pyöriväksi, tällöin on usein paine ja paluuliitännöjen lisäksi myös kolmas liitäntä ylivuotoa varten. (Louhos & Louhos. 1992.)

2.5 Venttiilit

2.5.1 Monilohkoventtiilit

Venttiili koostuu eri toimintalohkoista, eli jokaiselle toiminnolle on oma lohkonsa. Lohkot on koottu sidepulteilla. Karoja on yleensä yhdestä yhteentoista kappaletta. Tämän rakenteen etuna on halvempi valmistaminen, helpot muutokset sekä pienemmät korjauskustannukset, koska vain rikkinäinen osa vaihdetaan. Huonoina puolina voidaan sanoa muotojäykkyys ja sen myötä toimintahäiriöt, vuodot sekä näissä lohkoissa on käytettävä alhaisempia työpaineita. (Ylinen. 2014.)

2.5.2 Yksilohkoventtiilit

Yksilohkoventtiili on monilohkoventtiilistä poiketen valmistettu yhdestä osasta. Tästä syystä venttiili on pienikokoinen ja sen muoto ei anna periksi. Huonoina puolina voidaan pitää kallista valmistuskustannusta, korjauskustannuksia sekä

muutoksien hankaluutta. Korjauskustannukset ovat siksi suuret, että vian ilmetessä vaihdetaan kokonainen osa. (Ylinen. 2014)

2.6 Sylinterit

Sylinterit jaetaan karkeasti kahteen osaan, yksi- ja kaksitoimisiin sylintereihin. Näillä sylintereillä on omat käyttötarkoituksensa. Yksitoimisissa sylintereissä öljy ohjataan useimmiten männän pään puolelle. Tällöin sylinterillä on voimaa ainoastaan työntää, paluuliike tapahtuu työnnettävän kappaleen painon voimalla. Sylinterin männänvarresta voidaan tehdä lähes sylinterin vahvuinen, joten sillä saadaan aikaan kestävä rakenne. Sylinterin voima muodostuu seuraavalla kaavalla: $F = P * A$, jossa F on voima, P on paine ja A on ala. Yksitoimisissa sylintereissä on myös otettava huomioon männänvarren puolelle menevä vuotoöljy ja sen palauttaminen takaisin tankkiin. Mikäli tätä ei järjestetä, ohivuotoöljy tulee suoraan huohottimesta luontoon tai koneen rakenteiden päälle. (Aula & Mikkonen. 2008.)

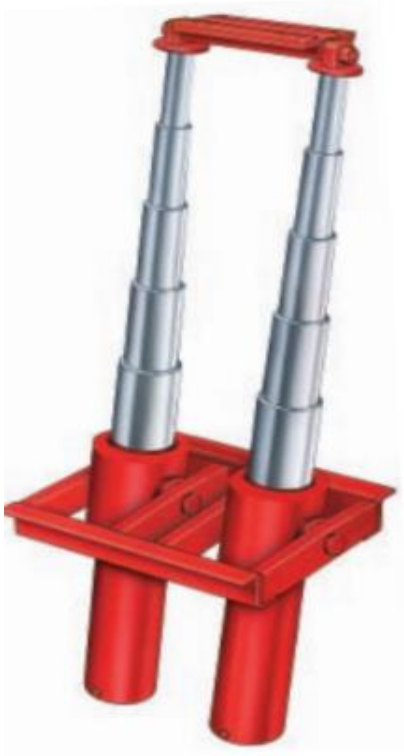
Kaksitoimisissa sylintereissä (kuvio 3) paineöljyä päästetään virtaamaan männän molemmille puolille eli männän päädyn ja varren puolelle. Tällaisella sylinterin rakenteella saadaan aikaan molempaan suuntaan toimiva liike. Sylinterin paluuliike on heikompi kuin ulostuloliike. Tämä siksi, koska männänvarren pinta-ala vähennetään männän pinta-alasta.

” Lisätietoja: Pallonivelen reiän halkaisija 25 mm. Liitäntämuhvit R 3/8".



Kuvio 3. kaksitoiminen sylinteri (Hydraulisyylinterit 2014).

Kippisylintereinä käytetään yleisesti teleskooppisylinteriä (kuviossa 4). Sylinteri koostuu useimmista sisäkkäin asennetuista putkimännistä, joista sisin ja samalla pinta-alaltaan pienin mäntä on umpinainen. Tämän rakenteen mitoitus on tehty siten, että uloimmissa putkissa on suurin pinta-ala. Tällä saavutetaan suurin voima noston alkuvaiheessa, koska suurin putki lähtee ensin nousemaan. Tämä siksi että noston alkuvaiheessa on voiman tarve suurin, noston edetessä lava kääntyy, ja sen momenttivarsi maahan nähden lähenee ja kuorman paino siirtyy tukipisteen suuntaan. Sylinterin sijoittelulla on myös merkitystä. Mitä kauemmas sylinteri sijoitetaan tukipisteestä, sen pienemmällä voimalla lava nousee, mutta sitä pidempi sylinteri tarvitaan, jotta saavutetaan sama nostokorkeus. Kippisylintereitä on myös olemassa kaksisylinterisiä, joista käytetään nimitystä housukippi. (Aula & Mikkonen. 2008.)



Kuvio 4. Kippisylinteri (Nurmi Autokipit 2014).

2.7 Suodatus

Hydrauliikan yksi tärkeimmistä asioista on kunnollinen suodatus. Monesti hydrauliikassa käytetään imu-, paine- sekä paluusuodattimia. Imusuodatin sijaitsee monesti öljysäiliön läheisyydessä, imusiivilä on yleensä karkea metallisiivilä. Nimensä mukaan painesuodatin sijaitsee painepuolella ennen venttiilistöä. Painesuodattimen täytyy kestä pumpun tuottamaa painetta. Mikäli suodatin ei kestä, suodattimen osat saattavat kulkeutua öljynkiertoon. Paluusuodatin taas on hydrauliikan paluupuolella esimerkiksi moottorin tai venttiilipöydän jälkeen. Paluusuodattimelta öljy kulkeutuu takaisin säiliöön.

2.8 Liitokset ja pikaliittimet

Hydrauliikassa käytetään liitoksissa yleensä kierrettäviä liitoksia. Kierrettävät liitokset ovat kiinteään asennukseen suunniteltuja. Hydrauliikassa on käytössä useita eri kierrelajeja, asennuskulmia sekä kokoja. Putkituksissa käytetään joko metalliputkea tai taipuisaa letkua. Putkituksien paineenkesto vaihtelee aina ohjauspaineen 2,5 MPa:sta 40 MPa:n työpaineeseen. Kestoluokka on ilmoitettu letkussa.

Pikaliittimiä käytetään niissä kohteissa, joita kytketään ja irroitetaan toistuvasti. Esimerkkinä voidaan käyttää traktorien pikaliittimiä, joihin kytketään esimerkiksi perävaunun hydrauliikkaliitännöjä toistuvasti. Pikaliitintä käytetään työntämällä uros osa naaras osaan, jolloin pikaliitin lukittuu automaattisesti. Irroittaminen tapahtuu vetämällä, jolloin lukitus aukeaa automaattisesti.

2.9 Mitoitus

Hydrauliikassa mitoitusperusteina käytetään painetta sekä tilavuusvirtaa. Letkuja mitoittaessa pitää ottaa huomioon letkujen ja putkien paineenkesto, kuten edellä on kerrottu.

Tilavuusvirtaa haittaavia tekijöitä ovat liian pienet letkut, ahtaat liittimet ja venttiilit. Yleensä esimerkiksi venttiilipöydissä on kerrottu nimellismaksimivirtaus, esimerkiksi 70 litraa/minuutissa. Maksimivirtausta ahdistavat myös pikaliittimet. Pikaliittimiä valittaessa pitää muistaa, miten suuren määrän öljyä käytettävä kone tarvitsee. Yleensä maatalouskonekäytössä käytetään 1/2"- ja 3/4"- kokoisia pikaliittimiä.

Nyrkkisääntönä voidaan moottorikäytössä pitää seuraavaa: jos painepuolen koko on 1/2", paluuputken koko tulisi olla 3/4", vastaavasti mikäli painepuolen koko on 3/4", paluuputken koko tulisi olla 1" kokoinen.

3 HYDRAULIIKAN OHJAUS

Hydrauliikan ohjauksella tarkoitetaan tapaa, jolla hallitaan hydrauliikan öljynvirtausta. Hallita voidaan esimerkiksi metsäkuormaimen liikkeitä ja toimintoja, joita on yleensä kuusi. Pääasiallisia tapoja on kolme: mekaaninen ohjaus, hydraulinen esiohjaus sekä sähköinen esiohjaus.

3.1 Mekaaninen ohjaus

Mekaaninen ohjaus on vanhanaikaisin tapa ohjata öljyn virtausta (kuviossa 5). Tapa on myös takuuvarmasti toimiva ratkaisu. Mekaanisella ohjauksella tarkoitetaan, että hydraulista venttiilipöytää hallitaan suoraan siihen kytketyillä vivuilla. Vivut vaikuttavat karan liikkeeseen, joka taas sallii tai tukkii öljynvirtauksen toimilaitteelle. Mekaanisen ohjauksen haittana on painava rakenne ja mahdollisista rikki menneistä tiivisteistä vuotava öljy ja siten likaisuus. Letkurikko on huomattava tapaturmariski, koska venttiilipöydällä hallitaan täyttä työpainetta.



Kuvio 5. Mekaaninen venttiilistö

3.2 Hydraulinen esiohjaus

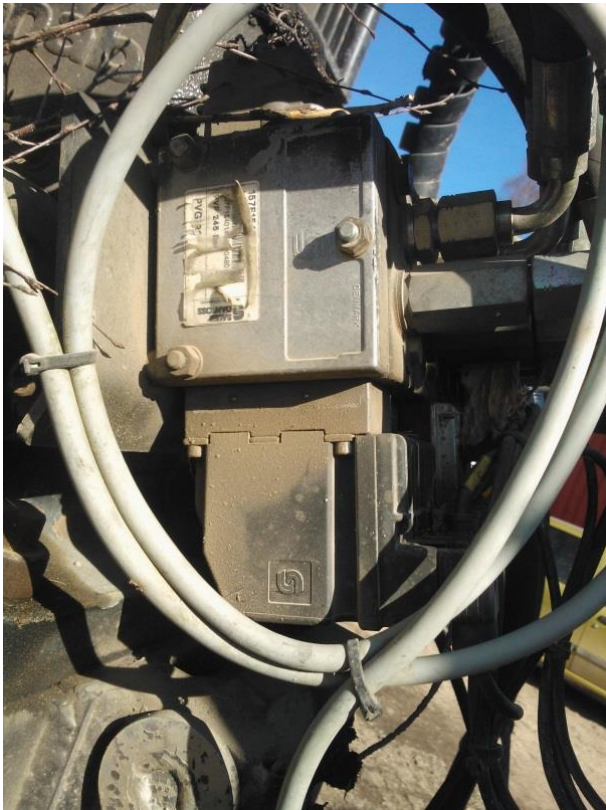
Hydraulisella esiohjauksella voidaan hallita öljynvirtausta kuten sähköohjatullakin, mutta ohjaavana tekijänä on öljynpaine. Ohjausvivuille tuodaan alennettu 2,5 MPa:n ohjauspaine ohuilla letkuilla. Esiohjauksen hallintavivuilla hallitaan varsinaisen venttiilikaran päätyihin tulevaa hydraulista ohjauspainetta. Ohjauspaine ja venttiilikaran keskitysjoussi hakevat keskinäisen voimatasapainon esipaineen määrittämällä karan liikematkalla. Esiohjauspaine riippuu siitä, miten paljon hallintavivua on liikutettu. Hydraulista esiohjausta käytetään edelleen useimmiten kaivinkoneissa ja maatilakäytössä olevissa metsäkuormaajissa. (Aula & Mikkonen. 2008.)

3.3 Sähköinen esiohjaus

Sähköisellä esiohjauksella tarkoitetaan hydraulikassa sitä hallintatyyppiä, joka tapahtuu sähkömagneettisesti (kuviossa 6 ohjaussauvat). Venttiilipöytään on karojen molemmille puolille sijoitettu sähköllä hallittavat magneettiset kelat. Magneettikeloja hallitaan vivuilla tai katkaisijoilla työkoneesta. Tämä ohjaustapa voidaan jakaa karkeasti kahteen eri osioon: On/off-tyyppisiin ja proportionaalisesti hallittaviin. (kuviossa 7) on esitelty venttiilistö. Seuraavaksi esitellään näiden toimintaa. Sähköisestä esiohjauksesta on myös radiosignaalilla toimiva kauko-ohjaussovellus. Näitä käytetään usein kuorma-autoissa, joita on lisävarusteltu esimerkiksi hydraulitoimisella nosturilla.



Kuvio 6. Sähköinen ohjaussauva.



Kuvio 7. Sähköinen venttiilistö.

3.3.1 On/off-tyyppiset venttiilit

On/off-tyyppiset venttiilit toimivat nimensä mukaan siten, että niiden toiminta on joko päälle tai pois. Tämän tyyppisillä venttiileillä hallitaan usein sellaisia toimilaitteita, jotka eivät vaadi suurta tarkkuutta. Esimerkiksi metsäkuormaimen tukijalkojen laskua ja nostoa hallitaan tällä tavoin. Toimilaitteen toimintanopeutta voidaan muuttaa erillisellä virtausvastusventtiilillä. Venttiiliä kiristämällä ohjattava liike saadaan toimimaan maksimissaan halutulla nopeudella. On/off-venttiilisovellusta käytetään hydraulisen esiohjauksen kanssa hallitsemaan metsäkuormaimen puomin teleskooppia ja kouraa.

3.3.2 Proportionaaliventtiilit

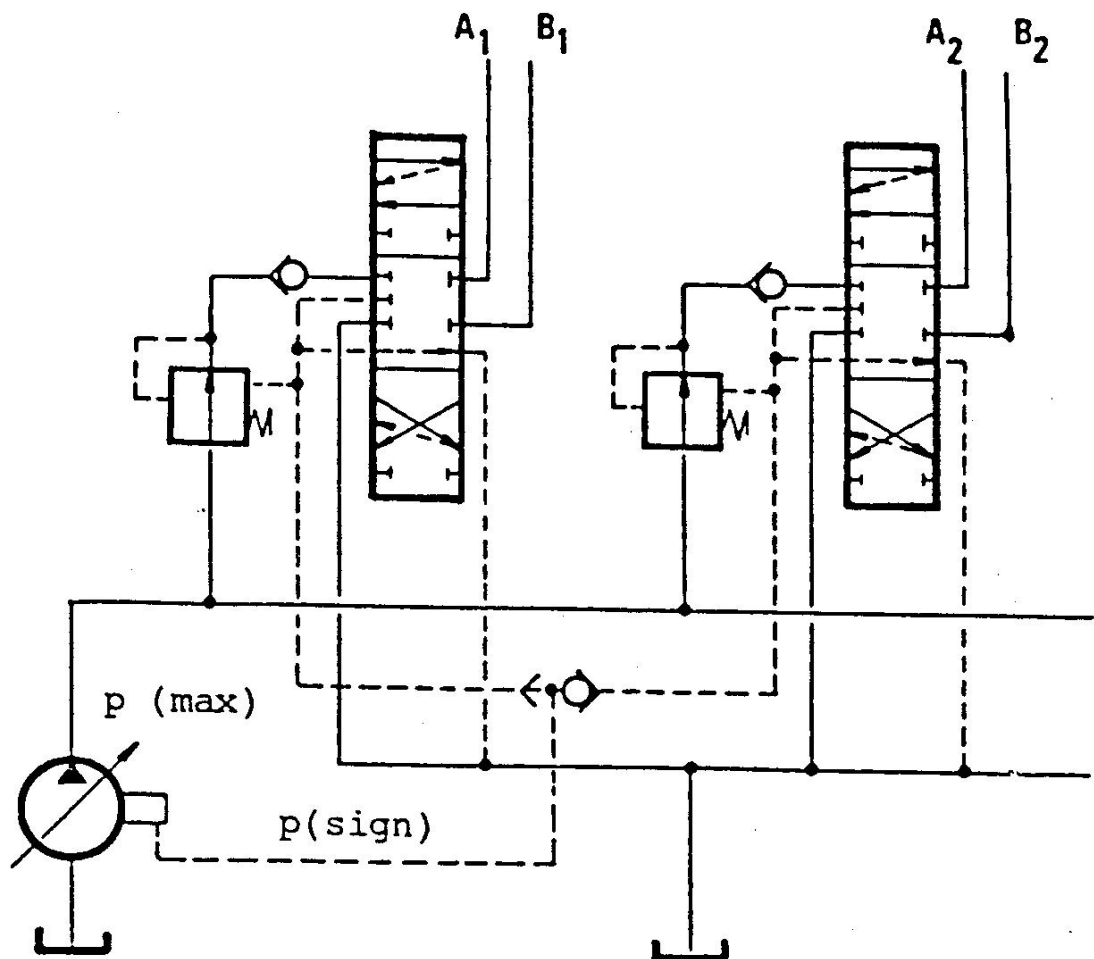
Proportionaaliventtiileillä hallitaan hydrauliiikan tilavuusvirran suuntaa, määrää ja painetta. Proportionaaliventtiilillä pystytään hallitsemaan näitä kaikkia portaattomasti.

Toimintaperiaatteeltaan proportionaaliventtiilit ovat jatkuvatoimisia vahvistimia, joissa tuleva ohjaussignaali eli tulosignaali muunnetaan ja vahvistetaan hydrauliseksi lähtösignaaliksi. Jatkuvatoimisella tarkoitetaan sitä, että lähtösignaali eli oloarvo seuraa jatkuvasti ja portaattomasti tulosignaalia eli käskyarvoa. (Kauranne. Kajaste. Vilenius. 2013.)

Proportionaaliventtiilillä voidaan myös vähentää komponenttien tarvetta, tästä esimerkkinä hydraulisylinterin hallinta yhdellä 4-tiesuuntaproportionaaliventtiilillä. Venttiilillä voidaan hallita suuntaa sekä kaikkia haluttuja nopeuksia. Nopeuden muutos pystytään tekemään jouhevasti ja portaattomasti, kun taas perinteisillä venttiileillä käytettynä muutokset ovat äkillisiä. Toisaalta kun komponenttimäärää vähennetään, ohjausjärjestelmää joudutaan monimutkaistamaan. (Kauranne ym. 2013.)

3.3.3 Kuormantunteva järjestelmä (LS)

Kuormantunteva järjestelmä (kuvio 8) (Load Sensing) tunnistaa toimilaitteen tarvitseman paineen, jolla ohjataan säätötilavuuksisen pumpun toimintaa. Ohjaus tapahtuu erillisellä LS-painelinjalla. Vakiotilavuuksisellakin pumpulla voidaan toteuttaa myös kuormantunteva järjestelmä, mutta se vaatii "shunttiventtiilin" (by-pass valve), jota ohjataan venttiilin sisäistä kuormantuntokanavaa pitkin suurimman kuorman paineella. Shunttiventtiili säätelee pumppupaineen noin 1,5 MPa:n verran kuormapainetta suuremmaksi. (Louhos & Louhos. 1992.)



Kuvio 8 Ls-järjestelmä (Louhos & Louhos.1992).

4 LAITTEISTON SUUNNITTELU

4.1 Traktori



Kuvio 9. Valtra Valmet 8150.

Traktori, jolla nosturia käytetään, on kotimainen Valtra Valmet 8150 Hitech (Kuvio 9.). Traktori on vuosimallia 1999 ja sillä on ajettu noin 6000 käyttötuntia.

Moottorina traktorissa on kuusisylinterinen Sisudiesel, joka on valmistettu Nokian Linnavuoren tehtaalla. Polttoaineen syöttöön moottorissa käytetään Stanadyne-jakajapumppua. Jakajapumpussa on syöttöpolkimen asennontunnistin vaihteiston suunnanvaihdinta ja pikavaihdeautomatiikkaa varten. Kyseisen traktorin moottoria on muutettu siten, että siihen on vaihdettu suuremman Valtra 8350 -mallin syöttöpumppu ja suuremmat suuttimet. Näillä muutoksilla moottorin tehoa on pystytty nostamaan.

Traktorin vaihteistossa on 36+36 vaihdetta eteen ja taakse. Vaihteiston nimellisa nopeus on 40 km/h. Vaihteiston suunnanvaihdin toimii sähköhydraulisesti. Suunnanvaihdin on rakennettu kahdesta levypakka-asetelmasta, jotka sijaitsevat vaihteiston etuosassa. Eteen- ja taaksepäin -ajolle on omat levypakkansa. Ajosuuntaa voidaan vaihtaa viiden kilometrin tuntivauhdista kytkinpoljinta painamatta. (Käyttäjän käsikirja. 2014.)

Itse päävaihteisto on synkronoitu neljäportainen, aluevaihteisto synkronoitu kolmeportainen ja pikavaihteisto kolmeportainen. Pikavaihteisto on toteutettu käyttäen monilevypakkoja. Pikavaihteisto voidaan kytkeä ilman kytkinpoljinta. Pikavaihteille on olemassa kaksi esisäädettyä automatiikkaohjelmaa. Ensimmäinen ohjelma on asetettu maantieajoa varten. Ohjelma tarkkailee kaasupolkimen asentoa, moottorin pyörimisnopeutta sekä vaihteiston nopeutta. Ensimmäinen ohjelma pyrkii pitämään moottorin kierrokset parhaalla mahdollisella hyötysuhteella. Toinen asento on tarkoitettu peltokäyttöön. Tässä asennossa ohjelma pyrkii pitämään moottorin pyörintänopeuden vakiona. (Käyttäjän käsikirja. 2014.)

Voimanulosotossa varsinaisia pyörimisnopeusvaihtoehtoja on kaksi ja lisäksi voimanulosotossa on ajovoimanotto. Hitaampi voimanoton nimellisa nopeus, 540 rpm, saavutetaan moottorin kierrosnopeudella 1874 rpm ja nopeampi voimanoton nimellisa nopeus 1000 rpm saadaan aikaan moottorin kierrosnopeudella 2080 rpm. Voimanulosoton (hidas 540 rpm ja nopea 1000 rpm) kytkemistä ja vapauttamista hallitaan sähköhydraulisella monilevypakalla. Kolmannella asennolla voimanulosoton valitsimessa valitaan ajovoimanotto. Ajovoimanotto tarkoittaa sitä, että kun traktorilla ajetaan ajovoimanotto kytkettynä, niin voimanulosoton akseli pyörii tietyllä suhteella renkasiin. Suhde tässä kyseisessä traktorissa on 40,81 ulosottoakselin kierrosta yhtä vetorengaskierrosta kohden. Ajovoimanottoa käytetään tavallisesti ainoastaan silloin, jos hinattavassa peräkärjessä on vetävä akseli. Traktorin ajovoimanotto pitää suhteuttaa karrin akselin ja traktorin välityksen suhteen. Suositeltavaa on, että karrin akseli kulkisi 4 % traktoria hitaammin. Siten vältytään traktorin vaihteiston ylimääräiseltä rasittamiselta, koska karrin akseli ei työnnä traktoria. (Käyttäjän käsikirja. 2014.)

Traktorin hydraulikka on ajo- ja voimanoton kytkimistä riippumaton. Hydraulikkapumppuna traktorissa on hammaspyöräpumppu ja työhydrauliikan tuotto on 73 litraa minuutissa moottorin pyörimisnopeuden ollessa 2200 kierrosta minuutissa. Hydraulijärjestelmän suorituskyky hydraulikan ulosotosta mitattuna on 17 MPa ja 70,6 litraa minuutissa. Pumpun suojaventtiili avautuu 23 Mpa:n paineessa. Hydraulikkapiirin suojaventtiili avautuu 20 MPa:n paineella. Samalta pumpulta otetaan tuotto priorisoituna ohjaukselle, nostolaitehydrauliikalle ja ulkopuoliselle hydraulikalle. Ulkopuoliselle hydraulikalle, esimerkiksi peräkärryn kipille, voidaan ottaa 31 litraa öljyä. (Käyttäjän käsikirja. 2014.)

Matalapainepiirillä on oma pumppu, joka tuottaa 30 litraa minuutissa 1.8 MPa:n paineella. Matalapainepiiri tuottaa öljyä traktorin eri toiminnoille, kuten pikavaihteelle, suunnanvaihtimelle, voimanulosotolle, tasauspyörästäön lukolle sekä seisontajarrulle. (Käyttäjän käsikirja. 2014.)

Traktori on varustettu neljällä mekaanisesti hallittavalla suuntaventtiilillä. Ensimmäinen suuntaventtiili on varustettu sisään(lukittava)-vapaa-ulos-asetnoilla. Ensimmäistä suuntaventtiiliä voidaan käyttää esimerkiksi hydraulimoottorin pyörittämiseen, koska se on yhteen asentoon lukittava. Seuraavat kolme suuntaventtiiliä ovat tyypiltään sisään-vapaa-ulos-kellunta-asetnoisia.



Kuva 10. Kalkinlevityskärry.

4.2 Levitinkärry+kuormain

Kalkinlevityskärry on valmistettu läheisellä konepajalla. Runko on palkkirunkoinen ja hitsaten kasattu. Kärryssä oleva lava on otettu Tempo-merkkisestä kalkinlevitinvaunusta (kuvio 10).

Kärryssä oleva vetävä akseli saa käyttövoimansa traktorin voimanulosotosta nivelakselilla. Traktorista käytetään ajovoimanottoa silloin kun perävetoa tarvitaan. Nivelakselin jälkeen on alennusvaihteisto/suunnanvaihdin. Ko. vaihdin on Lapualla sijaitsevan Peuralan Konepajan valmistama (kuvio 11). Kärryssä oleva akseli on käytetystä Scanian kuorma-autosta otettu vetävä taka-akseli. Levityskärryn pyörien vanteisiin on hitsattu koneistetut keskiöt, jotka ovat kuorma-auton vanteiden kanssa samalla jaolla. Tällä järjestelyllä mahdollistettiin 1,7 metriä korkeiden sekä 700 millimetriä leveiden renkaiden asennus levityskärryyn.



Kuvio 11. Alennusvaihde/ Suunnanvaihdin.

Aluksi vaihteisto oli mitoitettu liikennetraktorin voimanulosoton nopeudelle, jonka välityssuhde oli 40,96 nykyisen 40,81:n sijaan. Tämä aiheutti traktorin vaihdoksen jälkeen sen, että kärry työnsi traktoria perävedon ollessa kytkettynä eli silloin kun traktorin ajovoimanotto oli kytkettynä. Työntäminen taas aiheuttaa kärryn epätasaista kulkua ja hyppimistä. Tämä myös rasittaa tarpeettomasti vaihteistoa, voimavälityksen komponentteja ja traktorin vetokoukkaa.

Kuormaimena kärryssä on kiinteästi asennettu Valmet/Joutsa 33 -kuormain. Kuormainta hallitaan mekaanisella venttiilipöydällä. Kuormaimessa on kuusi toimintoa, jotka ovat nosto, taitto, kääntö, hydraulinen puominjatke, kouran pyöritys ja kouran aukaisu. Kouraan on asennettu kahmarit (kuvio 12), joiden avulla tavallisesta puutavarakourasta on saatu aikaan pienellä vaivalla materiaalinkäsittelykoura. Metsäkuormaimen käyttöön on päädytty siksi, ettei kärryä tarvitse aina irrottaa kuormauksen ajaksi. Kärry pitäisi irrottaa traktorista, jos kuorma tehtäisiin etukuormaimella. Etukuormaimen käyttö vaihtoehtona on

hankalaa siksi, että kuormausta varten pitäisi olla aina toinen etukuormaintraktori paikalla. Tämä ei ole järkevää, koska levityspaikkojen sijainti vaihtelee ja levityspaikat saattavat olla kaukana ja täten kyseinen menetelmä sitoisi turhaan kaksi henkilöä ja traktoria yhden sijaan. Kourakuormaimen käyttö kalkinlevityskärryn täyttöön on siis siten myös taloudellisesti järkevämpi ratkaisu.



Kuvio 12. Kahmari.

5 VENTTIILISTÖ

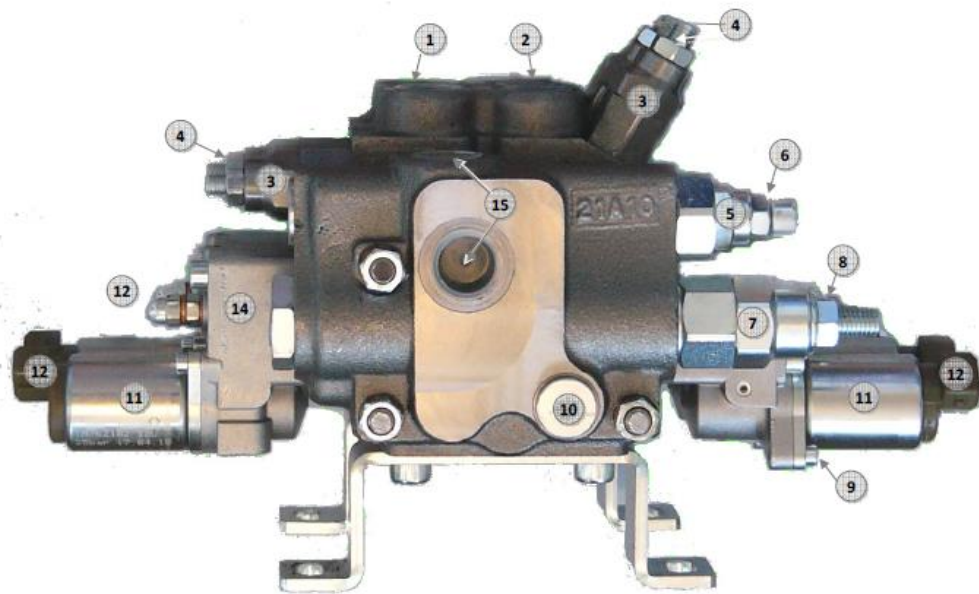
5.1 Venttiilistön valinta

Kuormaimena on Joutsa/Valmet 33 TX. Sähköpostitse haastateltu venttiilistön jälleenmyyjä kertoi tärkeimmiksi mitoitusperusteiksi venttiilin liitäntäkoot. Tässä kyseisessä tilanteessa liitäntäkookona on 1/2 ", joka mahdollistaa noin 80 litran minuuttivirtauksen. Tämä riittää hyvin traktoriin, jonka hydraulikkapumppu tuottaa 70 litraa minuutissa. (Johansson 2014.)

Venttiilistöksi asennetaan Rotec engineerin myymä BC60-venttiilistö, jossa on edellä mainitut 1/2"-liitokset. Tämän kokoluokan venttiilipöytä riittää hyvin maatalouskäyttöön. Seuraavaksi venttiilistökokoksi ilmoitettiin 3/4", joka vastaa 120–130 litran minuuttivirtausta. Kyseinen kokoluokka on suuri kyseiseen käyttöön. Isomman kokoluokan venttiilipöytää käytetään lähinnä metsäkuormatraktoreissa ja harvestereissa. (Johansson 2014.)

Venttiilistöksi asennetaan ympärpumppava järjestelmä kuormantuntevan (LS) -järjestelmän asemasta, mutta kyseinen BC60-venttiilistö (kuviossa 13) voidaan muuttaa tarvittaessa käytettäväksi myös säätötilavuuspumpulla. Muutokseen tarvitaan venttiilin tankkipäätyyn asennettava tulpattu sarjanippa. Sarjanipalla estetään ympärpumppaus ja säätötilavuuspumppu voidaan säätää vakio paineiseksi. Venttiilistö voidaan muokata myös siten, että sillä pystytään ohjaamaan säätötilavuuspumpua, vaikka itse venttiilistö ei olisikaan kuormantunteva. Tällaista toimenpidettä ei tässä vaiheessa vielä tarvita, koska käytävässä traktorissa on kiinteätilavuuksinen hammaspyöräpumppu. (Johansson 2014.)

BC 60 ohjausventtiili—osien sijainti ja nimitykset

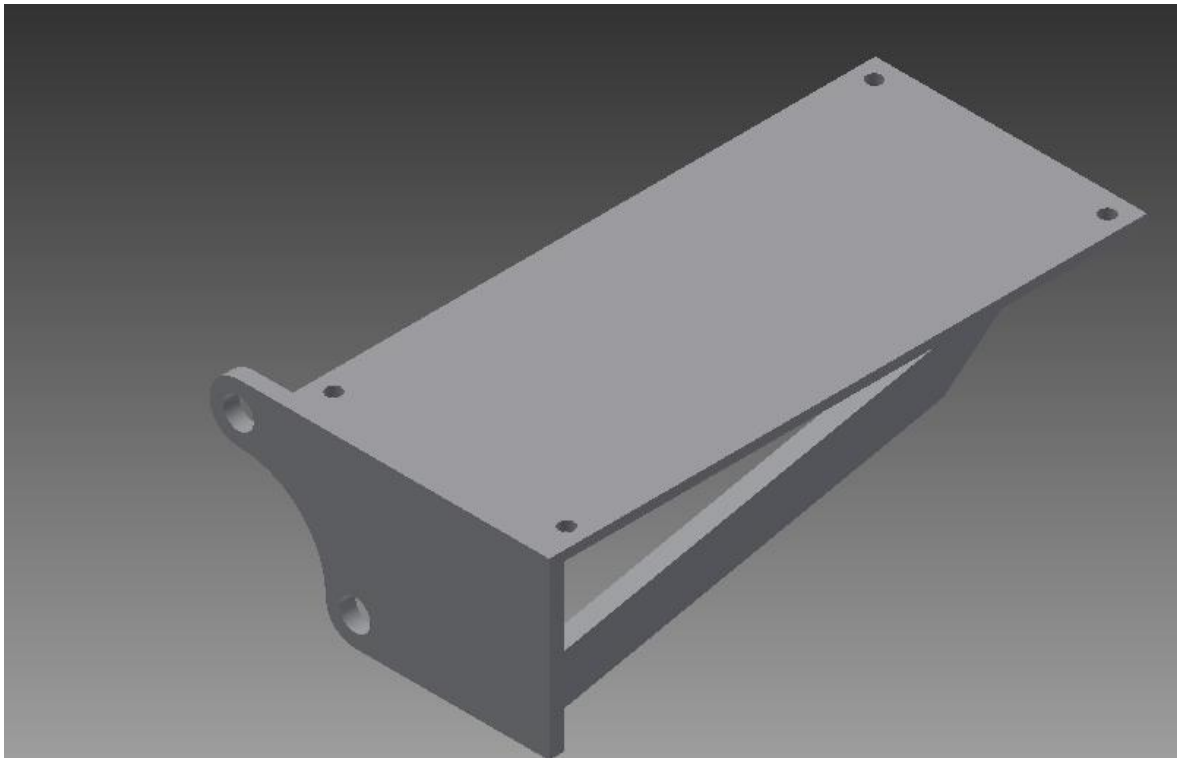


- | | | |
|---|--------------------------------|---|
| 1. Sylinteriportti B | 6. Servopaineen säätöruuvi | 11. Propokela |
| 2. Sylinteriportti A | 7. Päävarventtiili | 12. Junior Power Timer liitin (Tyco 282198-1) |
| 3. Karakohtainen paineskuventtiili | 8. Päävarventtiilin painesäätö | 13. Karan liikkeen rajoitinruuvi |
| 4. Paineskuventtiilin avautumispaineen säätöruuvi | 9. Propokelan kiintysruuvi | 14. Jousikuppi |
| | 10. Servopaineen mittausreikä | 15. Vaihtoehdotiset paineenliitäntäportit |

Kuvio 13. Venttiilistö BC60 (Tekniset tiedot 2014.)

Lisätietoa liitteissä 1 ja 2.

5.2 Venttiilipöydän sijoittelu



Kuvio 14 Venttiilistön teline.

Venttiilipöytä sijoitetaan karryn nosturiin, kääntösynterien kiinnityksiin. Teline asennetaan kääntösynterien takapuolelle, edestäpäin katsottuna vasemmalle puolelle. Kiinnikkeen mittapiirros on esitetty liitteessä 4. Letkuja asennettaessa pitää ottaa huomioon letkujen pituusvaatimukset. Venttiilipöytä kiinnitetään erillisellä asennusjalalla (kuvio 14). Venttiilipöydälle tulevat sähköjohdot pitää suojata todella hyvin. Kärnyssä on hydraulikkaletkuja, jotka saattavat hiertää sähköjohtoja poikki. Valmistaja antoi sähköpostitse tiedoksi, että venttiilistöä ei ole tarpeen suojata säältä. (Johansson.2014).

6 KAHVAT



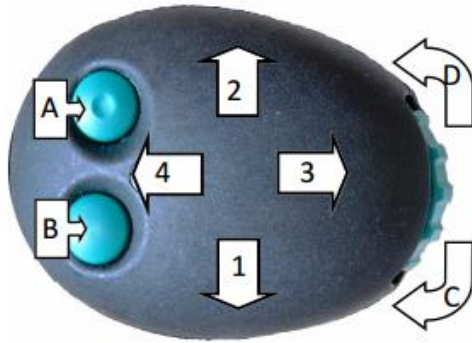
Kuvio 15. Ergo-digistick kahva. (Rotec Engineering, [viitattu 27.4.2014]).

6.1 Kahvojen valinta

Hallintakahvoiksi valitaan suomalaisen Rotec engineerin ERGO DIGISTICK -kahvat (kuvio 15), koska kahvoissa on sisäänrakennettu ohjaus-elektronikka. Tämän vuoksi traktoriin ei tarvitse lisätä ohjauslaitikoita elektronikan ohjausta varten. Kahvojen matala rakenne sekä muotoilu vaikuttavat tarpeeseen asianmukaisilta. Lisätietoa kahvoista liitteessä 3.

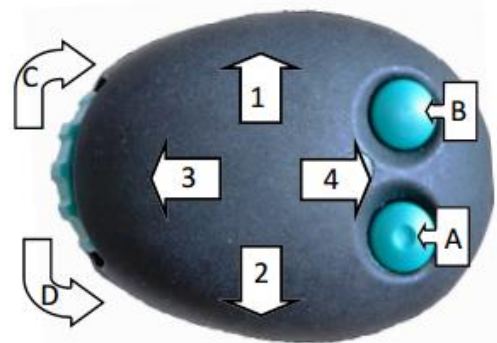
6.2 Kahvojen sijoittelu

Hallintakahvat sijoitellaan traktorin ohjaamoon siten, että ne voidaan tarvittaessa myös irrottaa. Traktorissa on ympäripyörivä istuin, ja siten hyvä kuormausasento taaksepäin saadaan aikaan. Kahvojen kiinnikkeitä suunniteltaessa pitää ottaa huomioon istuimen viemä tila. Istuimen ollessa eteenpäin käännettynä, tilaa jää taakse noin 20–30 senttimetriä kuljettajasta riippuen. Tämän vuoksi kahvat pitää pystyä kääntämään toisiinsa nähden sivuille. Istuin taaksepäin käännettynä kahvojen pitää tulla 30 senttimetriä takalasista kuljettajaan päin, eli kuljettajan reisien vieressä. Tämän vuoksi kahvojen kiinnikkeistä pitää rakentaa jatkettavat. Kahvat sijoitetaan noin 10 asteen verran taitetuiksi eteenpäin, koska valmistajan mukaan tämä on kädelle luonnollisin asento. Kahvoihin on myös saatavilla lisävarusteena johtoliitoksen siirtosarja. Tämä mahdollistaa kahvojen jättämisen traktoriin, kun kärry irrotetaan. Liitos siirretään kahvan pohjasta traktorin ulkopuolelle. Liitteessä on esitelty kahvojen kiinnikkeiden mittapiirroksia. Traktorin ohjaamoon kiinnitetään kiinteästi ainoastaan lattakiinnike (kuvio 17). Lattakiinnikkeeseen työnnetään kahvoissa oleva välilatta sekä varsinainen kahvarunko. Kuviossa 18 on esitelty ohjaamoon tulevat kiinnikkeet. Kiinnikkeiden mittapiirros liitteessä 5.



Vasemman kahvan liikkeit

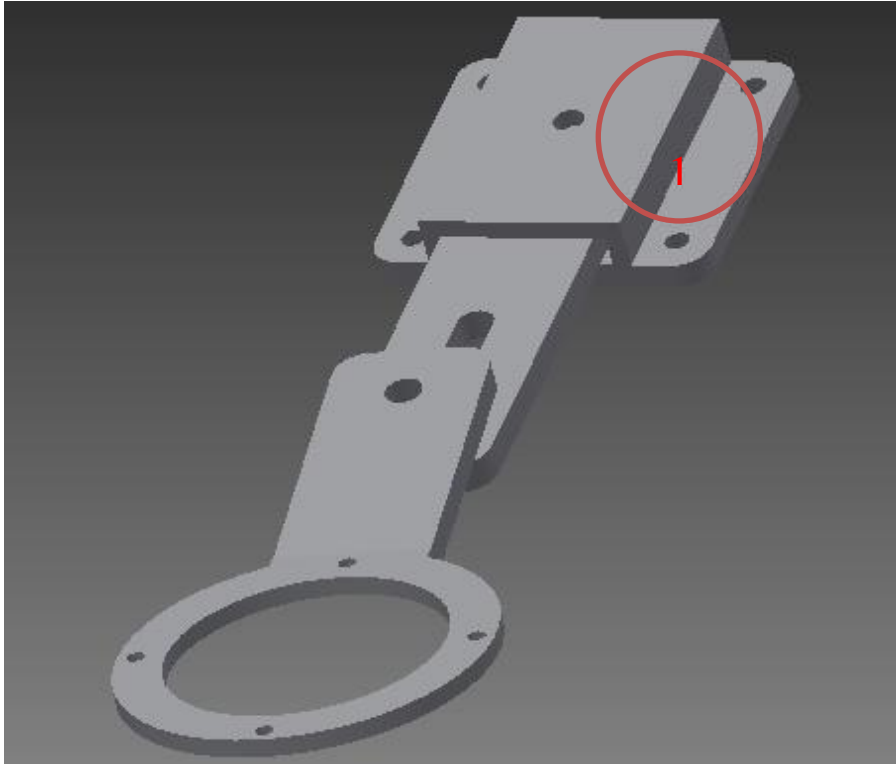
- 1 Siirtopuomin lasku
- 2 Siirtopuomin nosto
- 3 Kääntö oikealle
- 4 Kääntö vasenpaan
- A Vasen tukijalka alas
- B Vasen tukijalka ylös
- C Puominjatkeen veto
- D Puominjatkeen työntö



Oikean kahvan liikkeit

- 1 Pääpuomin lasku
- 2 Pääpuomin nosto
- 3 Rotaattori vastapäivään
- 4 Rotaattori myötäpäivään
- A Oikea tukijalka ylös
- B Oikea tukijalka alas
- C Koura kiinni
- D Koura auki

Kuvio 16. Kahvojen hallinnat (Rotec engineering [viitattu 27.4.2014]).



Kuvio 17. Ohjaamon kiinnikkeet.



Kuvio 18. Ohjaamossa istuin käännettynä.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

Johtopäätöksenä suunnittelutyöstä voidaan sanoa, että vanhan mekaanisen venttiilipöydän voi ja kannattaa korvata uudella sähköisesti esiohjatulla venttiilistöllä. Nykyisin on saatavilla niin laaja valikoima kahvoja ja venttiilistöjä, että jokaiseen laitteeseen voidaan toteuttaa kevyempi ja mukavampi ohjaus.

Omia kokemuksia sähköisistä venttiilistöistä löytyy lähinnä traktorien etukuormaimista sekä varsinaisista kuormatraktoreista, jotka ovat tarkoitettu metsäkäyttöön. Myös näiden laitteiden huoltamisesta on kokemusta ja siksi voin todeta, että kyseiset laitteet ovat erittäin toimintavarmoja ja varaosia on saatavilla hyvin.

Sähköisillä sovelluksilla on mahdollista saada lisää tuottavuutta ja säästöjä polttoainekustannuksissa. Säästöt syntyvät tarkemmasta hallinnasta ja sähköisyyden mahdollistamien toimintasovelluksien lisäämisestä, esimerkiksi moottorin ja hydrauliiikkapumpun yhteistyöstä.

Noin 3000 euron investointi omaan työergonomiaan ei ole kovin paljon, mikäli tällä investoinnilla pystytään ehkäisemään selkä-, olkapää-, niska- ja hartiaongelmia. Terveysteen liittyvät tekijät vaikuttavat koko loppuelämän, eikä tällöin ole siis järkevää säästää omasta hyvinvoinnista. Hyvänä esimerkkinä voidaan käyttää työkoneiden istuimia. Ennen traktoreissa oli pelkkä tuoli, jossa saattoi olla jonkinlainen vieterijousitus, joka tavallisesti ajan mittaan väsyi ja lakkasi joustamasta.

8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja suunnitella vanhan mekaanisesti ohjatun venttiilipöydän korvaamista uudella, sähköisesti esiohjatulla. Idea venttiilipöydän vaihtamisesta syntyi, kun kalkinlevityskärryn painavaa venttiilipöytää kytkettiin traktoriin.

Kuormausasento vanhaa mekaanista venttiilipöytää käytettäessä on varsin epämukava. Kuljettajan työasento on hankala ja mekaanisen venttiilistön käyttö vaatii voimaa. Kun venttiilistö korvattaisiin uudella sähköisesti esiohjatulla järjestelmällä, jota hallitaan kahdella kevytkäyttöisellä vivulla, kuormaus olisi käyttäjäystävällisempää ja fyysisesti vähemmän rasittavaa.

Teoriaosiossa käsiteltiin hydrauliiikan peruskomponentteja: pumppuja, moottoreita ja niiden eri variaatiota. Hydrauliiikkasyylintereitä, kaksitoimisia sylintereitä ja kippisylintereitä käsiteltiin teoriaosassa. Hydrauliiikan eri alueisiin kuuluvat myös suodattimet, hydrauliiikan mitoitus ja liitokset. Edellä mainitut ovat työssä oleellinen osa-alue.

Varsinaista hydrauliiikan ohjausta käsiteltiin omassa osiossaan. Ohjausjärjestelmiin kuuluvat mekaaninen ohjaus, hydraulinen esiohjaus ja sähköinen esiohjaus. Tässä työssä keskityttiin sähköiseen esiohjaukseen ja sen suunnitteluun, asentamiseen ja tarvittaviin muutoksiin kalkinlevityskärryssä ja traktorissa.

Suunnittelun kohteena oleva laitteisto esiteltiin omana osiona. Työn kohteena oli Valtra Valmet 8150 -traktori ja siihen kytketty omavalmisteinen levityskärry. Traktoriin sijoitettaville hallintakahvoille suunniteltiin kiinnikkeet. Kiinnikkeet pitää olla irrotettavissa siten, että traktoriin ei jäisi mitään ylimääräistä (esim. terävää kiinnitysrautaa) muita työtehtäviä haittaamaan. Kärryyn tehtävät muutokset eivät haittaa, koska sitä käytetään ainoastaan kalkin levitykseen.

Tarvittavat kiinnikkeet ja sovitteet piirrettiin AUTOCAD INVENTOR -ohjelmistolla. Ohjelmiston käyttöä on harjoiteltu koulussa, joten sen käyttäminen oli luontevaa.

3D-mallinnoksista saa hyvän käsityksen kappaleiden muodoista ja käyttötarkoituksista.

Alustavasti käytettäväksi kahvoiksi suunnitelmassa valittiin Rotec-engineeringin ergo-digistick -kahvat, koska ne ovat matalarakenteiset sekä sopivat hyvin käytettäväksi. Venttiilistön valinnassa apua saatiin sähköpostitse Rotec engineeringin Jorma Johanssonilta. Hän kertoi mitoitusperusteet venttiilistölle. Myös kuormaimen mallitarkennuksesta saatiin sähköpostitse apua.

LÄHTEET

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

Hietaoja, E. 2014. Maanviljelijä. Toimeksiantaja. Haastattelu 28.4.2014.

Hydraulisyliinterit. 2014 [Verkkosivu] Oulu: Kailatec Oy [viitattu 27.4.2014]. Saatavana: <http://kailatec.fi/kauppa/r/Kaksitoimiset-hydraulisyliinterit-Mannanhalk.-50mm/377&cookietest=1>

Johansson, J. <xxx.xxx@xxx.fi> 13.4.2014. Kysymyksiä hydrauliikasta. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Juhani Hietaoja. [Viitattu 28.4.2014].

Kauranne, H., Kajaste, J. & Vilenius, M. 2013. Hydrauliteknikka. 2. painos. Helsinki: sanoma pro

Käyttäjän käsikirja. 2014. [Verkkosivu] Suolahti: Valtra Oy Ab. [Viitattu 13.4.2014.]. Saatavana: <http://www.valtra.fi/extras/332.asp>

Nurmi Autokipit. 2014 [Verkkosivu] Ikkala: Nurmi [viitattu 27.4.2014]. Saatavana: <http://www.nurmi.fi/files/autokipit.pdf>

Louhos, J-P. & Louhos, P. 1992. Ajoneuvo- ja työkonehydrauliikat. Kangaslampi: Karjala Dealers KY 1992.

Tekniset tiedot. 2014 [Verkkosivu] Vaasa: Rotec Engineering [viitattu 27.4.2014]. Saatavana: <http://www.rotecengineering.fi/assets/PDF-suomeksi/Suomenkielinen-ERGO-DigiStick-metskuormain.pdf>

Ylinen, H. 2014. Mobilehydrauliikka. Luentomateriaali. Kevät 2014. Tekniikan yksikkö. Auto ja työkonetekniikan koulutusohjelma

LIITTEET

LIITE 1. KytKentä.

6-lohkoisen venttiilin letkutus ja sähkökytkennän ohjeet

Paine pumpulta porttiin: Portti P

Tankkiliitintä porttiin: Portti T

LOHKO 1 KÄÄNTÖ

Kääntö vasempaan: Portti A1 Kela K1 Liitin V4

Kääntö oikeaan: Portti B1 Kela K2 Liitin V3

LOHKO 2 ROTAATTORI

Rotaattori vastapäivään: Portti A2 Kela K3 Liitin O3

Rotaattori myötäpäivään: Portti B2 Kela K4 Liitin O4

LOHKO 3 KOURA

Koura kiinni: Portti A3 Kela K5 Liitin OC

Koura auki: Portti B3 Kela K6 Liitin OD

LOHKO 4 PUOMINJATKE

Puominjatke veto: Portti A6 Kela K7 Liitin VC

Puominjatke työntö: Portti B6 Kela K8 Liitin VD

LOHKO 5 PÄÄPUOMI

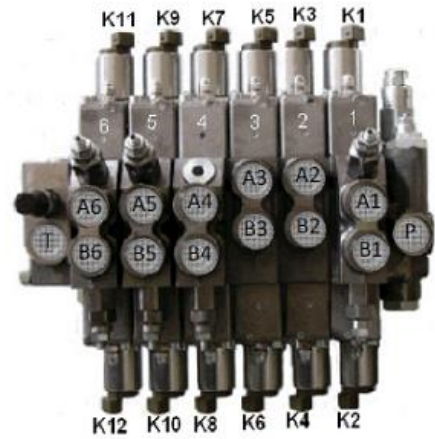
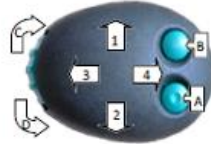
Pääpuomi nosto: Portti A7 Kela K9 Liitin O2

Pääpuomi lasku: Portti B7 Kela K10 Liitin O1

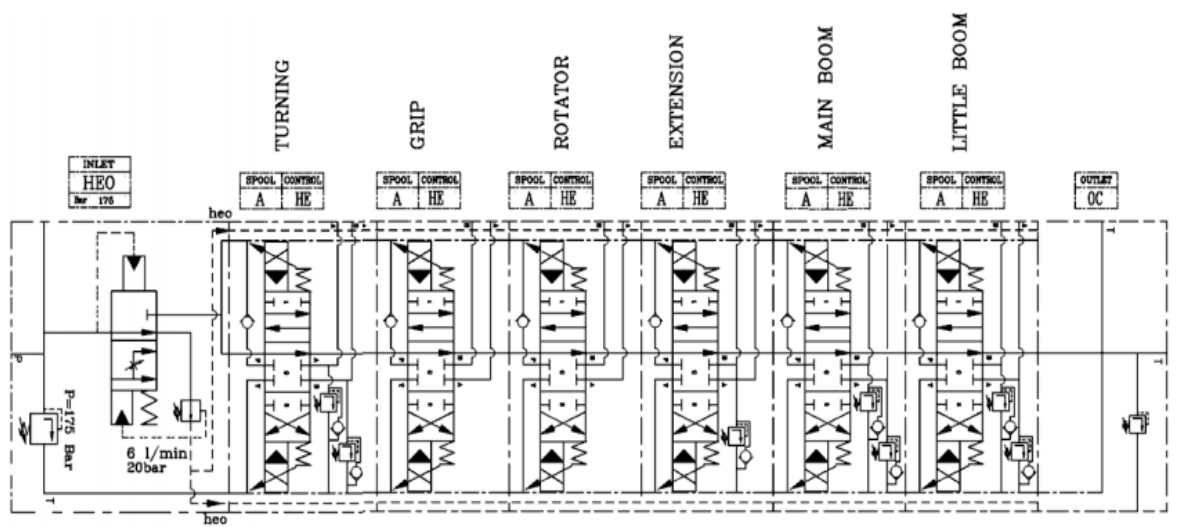
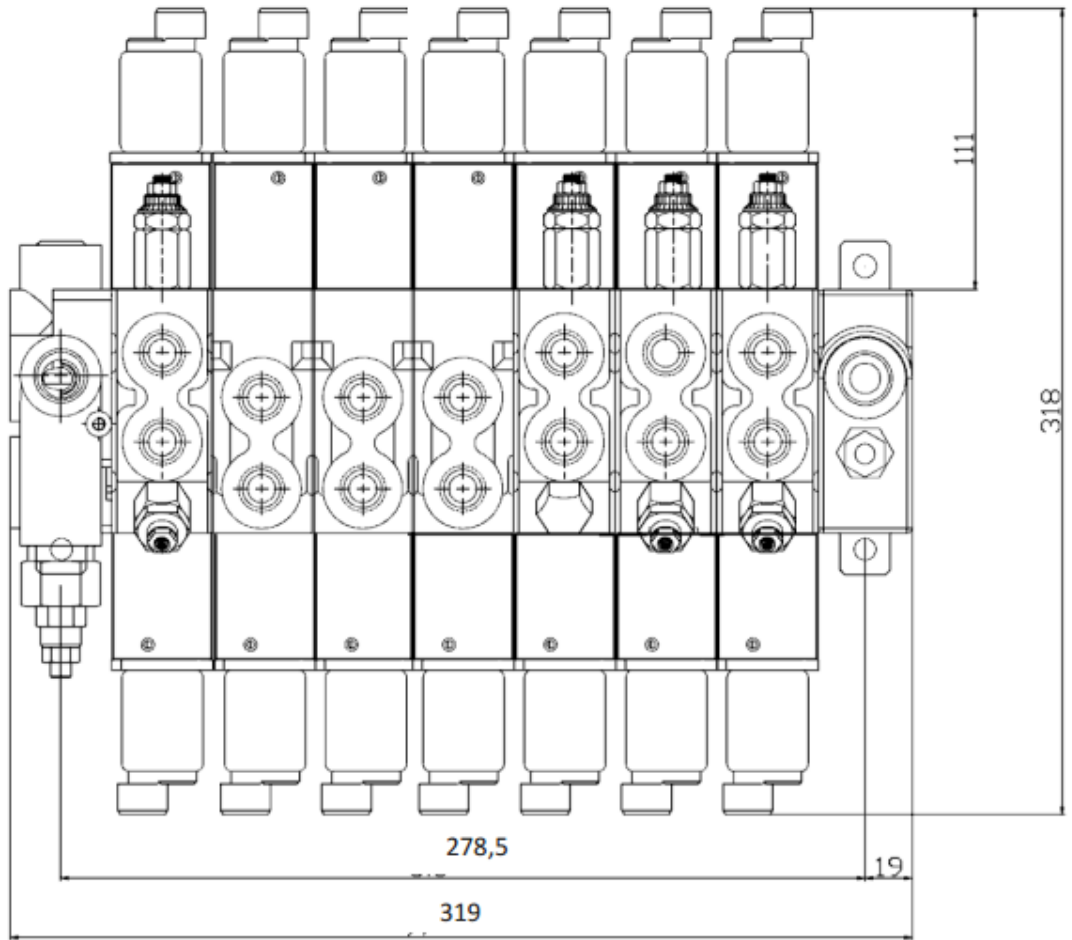
LOHKO 6 SIIRTOPUOMI

Siirtopuomi nosto: Portti A8 Kela K11 Liitin V2

Siirtopuomi lasku: Portti B8 Kela K12 Liitin V1



LIITE 2. Mittapiirros.



Kahvan sijoittaminen ohjaamoon

ERGO-DigiStick ovat Suomalaista teollista muotoilua, ja niiden suunnittelun lähtökohtana on ollut työergonomia.

- Kahvat asennetaan niin että rullat ovat kohti toisiaan (rullat ohjataan peukaloilla)
- Paras työasento saadaan kun, kahvat asennetaan kuljettajan reisien viereen, 10°-15° eteenpäin kallistettuna (kuva 1). **Etenpäin kallistus sallii ranteen luonnollisen kääntymisen, kahvaa taakse vedettäessä.**
- Kahvan korkeus asetetaan niin, että kyynärvarsi asettuu vaakatasoon, käden levätessä kahvan päällä, peukalot rullilla.
- Kahvojen kiinnitysreijät asettuvat penkin suuntaiseksi, kuva 2:n mukaan, jolloin pääliikesuunnat ovat suoraan eteen/taakse ja sivusuuntiin.

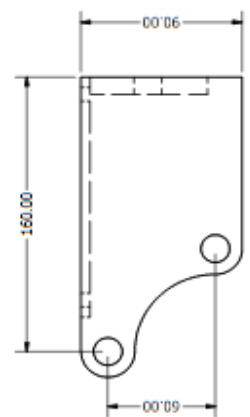
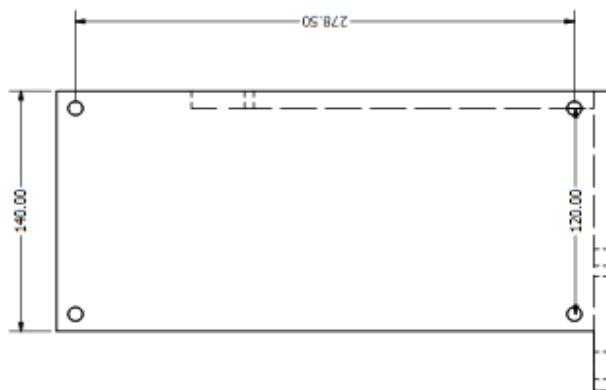
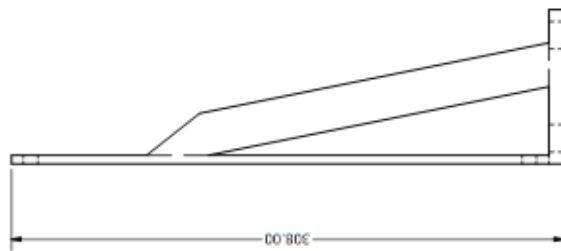
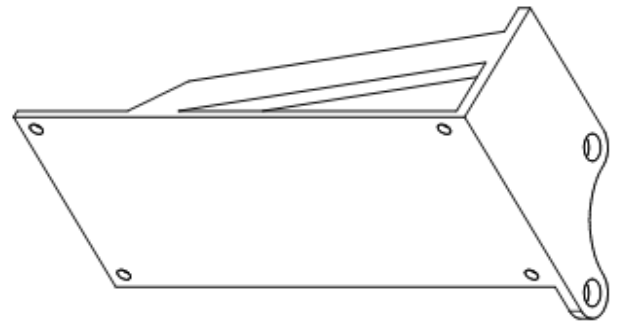


Kuva 2



Kuva 1

LIITE 4. Telineen mittapiirros



LIITE 5. Kahvarungon mittapiirros.

