

**Sauli Itäkylä**

**Lännen 860C kaivurikuormaajan muutostyö**

**hakkuukäyttöön soveltuvaksi**

Opinnäytetyö

Kevät 2014

Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Elintarvike ja Maatalous

Metsätalouden koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Seamk, Elintarvike ja maatalous

Koulutusohjelma: metsätalousinsinööri

Suuntautumisvaihtoehto:

Tekijä: Sauli Itäkylä

Työn nimi: Lännen 860C kaivurikuormaajan muutostyö hakkuukäyttöön soveltu-  
vaksi

Ohjaaja: Ossi Vuori

Vuosi: 2014

Sivumäärä:

Liitteiden lukumäärä:

---

Työssä esitellään toimenpiteitä joita vaaditaan pyöräalustaisen Lännen 860C yhdistelmäkaivinkoneen muutostyössä hakkuukäyttöön soveltuvaksi. Tarkoituksena oli kehittää Lännen kaivurista nopeasti toimeksiantajan tarpeen mukaan muun-  
tuva hakkuu- ja kaivukäyttöön soveltuva monitoimikone. Muutostyön jälkeen kone  
saatiin muutettua nopeasti perinteisestä kaivurikuormaajasta hakkuukoneeksi ja  
päinvastoin. Nopean vaihtotoimenpiteen mahdollistaa sekä koneeseen että hak-  
kuu- ja kaivupuomistoihin suunnitellut pikaliittimet. Työssä on tutkittu muutospro-  
jektista aiheutuneita kustannuksia ja tarkkailtu projektin kannattavuutta. Työssä on  
esitelty kuvien avulla toimenpiteitä joita projekti sisältää. Työ painottui käytännön  
muutostyön toteutuksen kuvaukseen.

Projektin aikana kehiteltiin patentti, johon hankittiin tekijänoikeussuoja. Lännen  
tehtaiden kanssa on käyty neuvottelua kyseisen keksinnön tiimoilta. Neuvottelut  
asiasta eri konevalmistajien kanssa ovat työn kirjoitushetkellä kesken. Suunnitte-  
lun tuloksena syntyneelle lisäakselistolle haettiin myös mallisuoja. Nisula Forest  
Oy:n kanssa on myös neuvottelut vireillä kyseisen akseliston suhteen. Näitä asioi-  
ta ei työssä keskeneräisyyden vuoksi käsitellä.

Lopputuloksena syntyi monitoimikone, joka palvelee parhaiten toimeksiantajan  
tarpeita. Uudemmallalla tekniikalla saatiin tulokseksi parempi taloudellisuus, huolto-  
varmuus sekä tehokkuus.

Avainsanat: Hakkuukone, Pyöräkuormaaja, Taloudellisuus, Kannattavuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: Seinäjoki University of Applied Sciences, Food and Agriculture

Degree programme: Forest engineer

Specialisation:

Author: Sauli Itäkylä

Title of thesis: The articulated backhoe loader modification to be compatible with different stands

Supervisor(s): Ossi Vuori

Year: 2014

Number of pages:

Number of appendices:

---

Purpose of this study was to improve excavator's year-round employment opportunities.

The basic aim was that we would purchase only one machine that would be applied both as an excavator as well as in forest harvesting operations. The "conventional" approach is to have two separate machines, one for forest operations and another one for "civil works". Applying one machine both in civil works and forest harvesting operations would lower the machine purchase costs significantly. In a small company employment of one machine is easier than that of two machines – the company does not have a full time marketing personnel but instead, marketing is done as a part time job – mainly by the managing director.

The basic idea of the converting was that we move the harvesting equipment used in the older excavator into the new machine.

Simply the purpose of this work is the use of the excavator and widening the opportunities and diversification.

In this work the main emphasis lies on the cost calculations related to the conversion operation. The overall profitability of conversion operation as well as the long term potential of employment opportunities in the market were also investigated.

The work was started in December 2012 and it is expected to be completed by the spring of 2014 at the latest.

Keywords: Harvester, Wheel Loader, Economy , Profitability

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
1 JOHDANTO .....	4
1.1 Maa- ja Metsätalousyritys Markku Itäkylä .....	5
1.2 Muutostyö ja sen tavoitteet .....	6
2 Kalusto ja tekniikka .....	7
2.1 Lännen C200 .....	7
2.2 Lännen 860C .....	8
2.3 Koneen käyttöaste .....	9
2.4 Koneen rakenne ja käyttöominaisuudet .....	9
2.5 Yleistä hakkuukoneiden, yhdistelmäkoneiden sekä kaivureiden käytöstä hakkuutyössä. ....	11
2.6 Hakkuukoneiden tuotokset ja polttoainetalous .....	13
2.7 Forester 700-1L harvesterinosturi .....	15
2.8 Parkerin venttiilipöytä .....	16
2.9 Lisäakselisto .....	16
3 MUUTOSPROJEKTI TYÖVAIHEITTAIN .....	18
4 MUUTOSTYÖN KUSTANNUKSET JA TYÖMÄÄRÄ.....	40
5 KÄYTTÖKOKEMUKSIA MUUTOSTYÖN JÄLKEEN .....	42
6 YHTEENVETO.....	43
7 LÄHTEET.....	44

LIITTEET.

# 1 JOHDANTO

Aihe tähän opinnäytetyöhön tuli maa- ja metsätalousyrittäjä Markku Itäkylältä, jonka toimeksiantona projekti toteutettiin. Projektityön toteutus aloitettiin 2012 talvella ja saatiin valmiiksi 2014 alkuvuodesta (01.12.2012 - 01.03.2014).

Muutosprosessista ja kustannuksista kaivinkoneesta motoksi on vain vähän vastaavanlaista tietoa. Projektityön tarkoitus oli asentaa Lännen 860C kaivinkoneeseen hakkuuvarustus, joka olisi nopeasti irrotettavissa sekä kytkettävissä takaisin. Projektityössä apuna on käytetty mm. hydrauliiikka asiantuntijoiden ja sähkömiehen apua. Peruskonetta koskeva tarvittava lisätieto hankittiin Lännen huoltoorganisaatiolta. Koneiden huolto- ja käyttöohjekirjat olivat työssä isona apuna. Projektityön tarkoitus on kaivinkoneen käyttömahdollisuuksien lisääminen ja monipuolistaminen. Projektin jälkeen koneella on mahdollisuus työllistyä ympärivuotisesti. Tarkoituksena on tarjota uutta tietoa runko-ohjatun pyöräalustaisen yhdistelmäkaivinkoneen muutostyön kannattavuudesta harvesteriksi. Kirjallinen osio perustuu pitkälti kuviin, jotka kertovat selkeästi projektin eri työvaiheista. Varsinainen muutostyö on tehty konkreettisesti käsin ja näin ollen myös viralliset lähteet ovat jääneet työssä vähemmälle. Työn alkuun kerrotaan hieman yrityksestä ja siitä mistä kaikki lähti liikkeelle.

## 2 Maa- ja Metsätalousyrittäjä Markku Itäkylä

Markku Itäkylä on tehnyt vuoteen 1982 asti metsätöitä traktorilla ja vinssillä. Käytetty kuormatraktori Valmet Terra ostettiin tilalle 80-luvun alussa, ja sillä saatiin helpotusta metsätöihin. Siihen asti kaikki työ oli tehty käsin.

Kesäisin on tehty kaivinkoneurakointia maanviljelyn ohessa. 1990 -luvun alussa sukutila siirtyi sukupolvenvaihdoksen myötä Markku Itäkylän nimiin. Vuonna 1995 hankittiin toinen, Lännen runko-ohjattu kaivinkone. Tällöin alettiin talvisin urakoida myös lumen auruksia sekä maataloustraktorilla että kaivinkoneella. Traktori vaihdettiin vuonna 1998 uuteen, Valmet 900 -malliin ja seuraavana vuonna Lännen kaivinkone vaihdettiin Lännen 200C -1991 vuosimalliin, jossa oli lisävarusteenä Foresterin hakkuupuomisto Ketosen 100 -motonkouralla. Vanhan metsäkoneen tilalle vuonna 2000 hankittiin 8-pyöräinen Logsetin ajokone, joka oli myös vuosimallia 1991. Kaluston kunnossapitoon valmistui vuonna 2004 omat korjaamotilat.

Tällä kalustolla tehtiin metsätöitä vuoteen 2010 saakka, jolloin päätettiin luopua ajokoneesta kannattavuus-syistä. Uudempi Lännen runko-ohjattu yhdistelmäkaivinkone 860C vuosimallia 2004 hankittiin 2012 keväällä. Vuosien 2012–2014 talvikuukausien aikana motopuomisto siirrettiin vanhemmasta Lännen C200 koneesta sopivaksi uudempaan Lännen 860C yhdistelmäkaivinkoneeseen. Kaivinkonetöitä tehdään nykyisin ympäri Suomea kesäaikaan valokuitukaapeleita asentaen, ja talvisaikaan motopuomisto on vaihdettu kaivupuomiston tilalle metsänhakkuutöitä varten.

## 2.1 Muutostyö ja sen tavoitteet

Tavoitteena on siirtää tekniikka onnistuneesti Lännen C200 kaivurikuormaajasta uudempaan Lännen 860C koneeseen. Asennukset pyritään tekemään sujuvaksi siten, että vaihto puomistojen välillä kävisi mahdollisimman helposti ja nopeasti. Puomiston vaihto sujuu joustavasti, kun yksi asentaja on kuljettajan asennusapuna. Koneen koeajo on tarkoitus suorittaa Itäkylän metsätilan 2014 kevään hakkuilla. Leimikot valittiin ja suunniteltiin ennalta puunhankintaprojektin tiimoilta, ja puut päätettiin myydä Metsäliitolle hankintakauppana. Hakkuilla oli tarkoitus todeta muutostyön tekninen onnistuminen ja tarvitaanko vielä muutostoimenpiteitä. Pyrkimys on saada muutostyöstä aiheutuvat kustannukset tulevana vuosina takaisin koneen työllistyessä jatkossa ympärivuotisesti, jolloin käyttöaste kasvaa kaksinkertaiseksi. Lopuksi on tarkoitus tehdä laskelmia muutostyön kannattavuudesta. Tarkoituksena on pitää päiväkirjaa eri työvaiheista ja projektin kustannuksista.

Uutta venttiilipöytää suunniteltaessa on otettu huomioon myös epäkohta lisäakseliston osalta, mikä tuli esiin aikaisemmassa hakkuukäytössä. Lisäakseliston kellunta kadotti paineita, eikä kellunta-asentoa voitu käyttää samanaikaisesti nosturia liikutettaessa. Nyt tavoitteena on, että nosturin paineet säilyvät ja kellunta-asentoon saadaan lievä säädettävissä oleva painatus. Kelluntaan on tarkoitus saada manuaalinen säätö painatuksen voimakkuudelle. Nosturin lisäakseliston toiminta pitää olla jaettuna kahteen eri toimintavaiheeseen. Olisi tärkeää, että akselistoa pystyisi tarvittaessa käyttämään sekä manuaalisesti että kellunnassa. Kelluntaan halutaan saada myös lievä painatus koneen tukevoittamiseksi ja koneen painon jakautumiseen akselistojen välillä. Ensisijainen tavoite oli saada kone toimimaan metsätyössä ja kaivutyössä kannattavasti ympäri vuoden ilman turhia seisokkeja.

### 3 Kalusto ja tekniikka

#### 3.1 Lännen C200

Maa ja metsätalousyrittäjä Markku Itäkylällä on ollut käytössä Lännen C200 runko-ohjattu yhdistelmäkaivinkone. Koneella on aikaisempien vuosien aikana tehty tilalla kaivutöitä, auroksia ja hakkuita (Kuva 1). Lännen C200 -koneeseen oli asennettu Foresterin hakkuupuomisto jälkiasennuksena kiinteästi edellisen omistajan (Veljekset Ojasalo Savonlinna) toimesta vuonna 1995. Kaivupuomisto ja etukuormaaja ostettiin kaupassa samanaikaisesti irrallisina. Hankinnan jälkeen Itäkylässä irrotettiin kiinteä vastapaino sekä hakkuupuomisto, ja niihin rakennettiin pikakiinnikkeet sekä kolmitieventtiilit etukuormaajaa ja kaivupuomistoa varten. Tämän jälkeen kone palautettiin kaivukuntoon. Vuonna 2007 motopuomistoon lisättiin hydraulisesti toimiva akselisto, jota on vielä kehitelty lisää tämän projektin aikana.



Kuvio 1. Lännen C200 motopuomistolla varusteltuna (Itäkylä 2010)

Lännen C200 on vuosimallia 1991 ja sillä on ajettu n. 19 000h, joten sen työtuntien määrän voidaan katsoa olevan täynnä. Hakkuuvarustuksen siirrolla uudempaan peruskoneeseen saadaan käyttöön uudempi tekniikka. Lännen C200 ja Lännen 860C erosivat tekniikoiltaan mm. hydraulikkajärjestelmien osalta. Hakkuupuomisto oli ennen tätä muutostyötä tehty soveltumaan Lännen C200 -malliin.



### 3.2 Lännen 860C



Kuvio 2. Lännen 860C (Itäkylä 2013)

Lännen 860C (kuva 2) on vuosimallia 2004 ja kokoluokaltaan Lännen C200 - mallia vastaava. Lännen 860C - mallin hydraulikkajärjestelmä kuitenkin eroaa olennaisesti Lännen C200 - malliin verrattuna. Lännen 860C - mallissa on säätävätilavuuksinen aksiaalimäntäpumppu jossa LS -linjalla ohjataan hydraulikkapumpun kulmaa öljyntarpeen mukaan. Lännen C200 - mallissa on kaksipiirinen vakio painainen hydraulikkapumppu läpivirtaavalla järjestelmällä. Hakkuupuomisto soveltui ennen muutostyötä ainoastaan Lännen C200 - mallin läpivirtaavaan hydraulikkajärjestelmään. Puomistolle piti suunnitella uusi venttiilipöytä, jotta se saatiin sopimaan Lännen 860C kuormituskompensoituun hydraulikkajärjestelmään (Lännen 860C Käyttö- ja huoltokirja. 2003).

### 3.3 Koneen käyttöaste

Yhden monikäyttöisen koneen käyttöaste saadaan korkeammaksi kuin useamman koneen. Muutosprojekti kasvattaa koneen työllistymisastetta ympärivuotiseksi. Ennen muutostyötä ympärivuotinen käyttö kyseisellä koneella oli noin 6kk kaivutöissä sulan maan aikaan. Hakkuuvarustuksen lisäämisellä kaivuriin saadaan hyödynnettyä kaivinkoneurakoitsijan talvilepo. Näin yksityisyrittäjä työllistyy samalla koneella myös talvisin eikä ylimääräisiä koneen seisonta-aikoja synny turhaan.

Hakkuukäytössä kannattavuus nykyisillä hakkuutaksoilla ei ole ollut riittävän hyvä, koska tehokkuus ei ole nykyisten harvestereiden luokkaa. Laskelmiemme mukaan Lännen C200 kaivuri ylsi päätehakkuutyössä keskimäärin 40€/h + alv ja ensiharvennuksella 20€/h + alv (Itäkylä 2010). Muutosprojektilla voidaan katsoa olevan kaksi tavoitetta: tehokkuuden nosto tekniikkaa uudistamalla ja Lännen 860c – koneen käyttöasteen kasvattaminen.

### 3.4 Koneen rakenne ja käyttöominaisuudet

Hakkuukäytössä Lännen kone on erittäin ketterä runko-ohjauksensa takia. Siirtyminen työmaiden välillä on myös nopeaa, koska lavettia ei välttämättä tarvita. Koneen yhdistelmäpituuskin on riittävän lyhyt etukuormaajan kauhan jäädessä pois. Hakkuupuomisto asennettiin Lännen 860C -koneeseen pikaliittimien avulla. Pikaliittimet lisättiin myös kaivupuomistoon. Puomistoja voidaan muutostyön jälkeen halutessa vaihdella nopeasti keskenään tarpeen mukaan. Maan jäätyessä voidaan käyttää konetta hakkuilla ja kesäisin maan sulaessa jälleen kaivutöissä. Asennukset pyrittiin tekemään siten, että puomistojen vaihto jäisi mahdollisimman nopeaksi. Tämä saatiin mahdolliseksi lisättyjen pikaliittimien avulla. Muutostyö sisälsi mm. mittalaitteen-, nosturin ja sen hallintalaitteiden-, kattoikkunan-, ketjujen ja työvalojen asennukset. Työ sisälsi myös motopuomiston vanhojen venttiililohkojen korvaamisen uudella venttiilipöydällä. Puomiston akselistolle rakennettiin myös uusi säädettävissä oleva painatusjärjestelmä.



Kuvio 3. Lännen C200 vm. 1991  
(Itäkylä 2010).



Kuvio 4. Lännen 860C vm. 2004  
(Itäkylä 2012).

Hakkuuvarustus siirrettiin puomistoiheen Lännen C200 koneesta Lännen 860C-koneeseen (Kuvat 3 & 4). Hakkuukäytössä Lännen C200 kuormaajakaivurista on kokemusta vuodesta 1999 asti talvikausilta. Ojapyörä ja lisäakselisto on myös kehitetty ja koeajettu kyseisenä aikana. Ojapyörä on omakehitteinen lisälaitte, jonka avulla voidaan suorittaa metsäojien kaivutyötä ojan päältä. Ojapyörä kiinnitetään koneen etukuormaajan kauhan tilalle. Pyörä lasketaan ojan pohjalle ja se pitää koneen kurssissa. Samalla se estää koneen tipahtamisen ojan pohjalle.

Vuosien aikana hakkuuvarustukseen on tehty paljon muutoksia ja korjauksia. Hakkuupuomiston ”sisäänajo” on käytännössä suoritettu ja epäkohdat korjattu. Nyt koeajettu puomisto pitäisi siirtää tekniikaltaan päivitetympään versioon. Koneetta on tarkoitus käyttää Maa- ja metsätalousyrittäjä Markku Itäkylän tilan hakkuissa ja ojituksissa, mutta myös hakkuu-, kaivu- ja auraustoissa ulkopuolisessa palveluksessa. Maaliskuun alussa 2014 koneeseen hankittiin alueaura, joka mahdollistaa myös lumen auraustyöt talvisin. Kyseessä on todellinen monitoimikone. Keväisin ennen kaivupuomiston asennusta, sekä syksyisin kun hakkuuvarustus on jälleen paikallaan, voidaan tarjota ongelmapuun kaatotöitä (kuva 5). Työkohteet ovat usein melko nopeita, koska asiakasta kohden on usein vain muutama puu.



Kuvio 5. Ongelmapuun kaatoa Merikarvialla (Itäkylä 2008).

Pyörialustainen kone mahdollistaa nopean siirtymisen paikasta toiseen, eikä lavettia tarvita lyhyitä siirtymisiä varten. Motopuomiston saa helposti kuljetusasentoon kouraan kiinnitettävän kettingin avulla. Hakkuupuomistoon vaihdon ansiosta saadaan motokäyttöön laajempi kääntösäde. Myös ulottuvuus on parempi hydraulisen jatkeen ansiosta. Kaivupuomistoon kiinnitetyllä pelkällä hakkuukouralla näitä ominaisuuksia ei olisi saavutettu. Kaivupuomistoon asennetulla hakkuukouralla olisi saavutettu 180 asteen kääntösäde ja erillinen jatke olisi vaadittu. Asennetulla hakkuupuomistolla saavutetaan 270 asteen kääntösäde sekä 8 metrin ulottuvuus hydraulisen jatkeen kanssa (Kesla Oy 1995).

### **3.5 Yleistä hakkuukoneiden, yhdistelmäkoneiden sekä kaivureiden käytöstä hakkuutyössä.**

Vastaavia pyörialustaisia koneita ei markkinoilla ole. Nisula Forest on kuitenkin alkanut hiljattain rakentaa Lännen peruskoneesta hakkuuversiota yhteistyössä Lännen Tractors Oy:n kanssa. Tämä kuitenkin eroaa monella tavalla kehittelemämme versiosta. Nisulan mallissa ei ole kolmatta akselistoa, joka vakauttaa suuresti koneen käyttäytymistä maastossa painatusjärjestelmän ansiosta. Puomisto on myös huomattavasti pienempi Nisulan mallissa. Kehittelemämme versio ei myöskään vaadi vastapainoa, koska painatusjärjestelmä jakaa koneen painoa kä-

tevästi. Isoin ero Nisulan malliin on kehittelemämme nopea muuntautumiskyky hakkuukoneesta kaivuriksi ja päinvastoin.

Tela-alustaiset kaivurimotot ovat kömpelöitä verrattuna pyöraalustaisiin isopyöräisiin yhdistelmäkoneisiin. Tela-alustainen pyörivä kaivuri harvesterina on varsin hyvä aukkohakkuille, mutta harvennushakkuille erittäin kömpelö, suuresta tilan tarpeesta johtuen. Tela-alustainen kone on erittäin vaativa myös tukevan työskentelyalustan suhteen. Kaikkien kaivurimotojen yhteinen hyöty on se, että konetta voidaan käyttää ympärivuotisesti sääoloista riippumatta ja koneelle jää lyhempi seisonta-aika. Tela-alustaisten kaivurimotojen vahvuuksia perinteiseen pyöraalustaiseen harvesteriin verrattuna on: alempi hankintahinta, monikäyttöisyys ja parempi kantavuus (Bergroth, Kärhä, Palander & Keskinen 2007, 7).

Pyöraalustainen pyörivä kaivinkone taas ei sovellu metsätyöhön. Pienistä pyöristä johtuen pintapaine on erittäin suuri ja maavara pieni. Kone jää helposti jumiin pienen maavaran takia, milloin pyörät painuvat pehmeään maaperään.

Pyöraalustainen yhdistelmäkaivinkone motokäytössä taas on erittäin ketterä runko-ohjauksensa takia. Isojen pyörien takia kone on erittäin maastokelpoinen. Koneen kääntösäde on erittäin pieni koneen kääntyessä rungon keskeltä. Siirtyminen on myös nopeaa pyöraalustaisella koneella leimikolta toiselle, koska lavettia ei välttämättä tarvita. Koneen siirtymänopeus on luokkaa 40 kilometriä tunnissa. Koneen yhdistelmäpituuskin on riittävän lyhyt, kun etukuormaajan kauha jää pois hakkuukäytössä.

### 3.6 Hakkuukoneiden tuotokset ja polttoainetalous

Lännen yhdistelmäkaivinkoneet sopivat hakkuutyöhön erittäin hyvin ja yksi syy siihen on pieni polttoaineen kulutus. Koneen kulutusta on seurattu niin hakkuutyössä, kuin kaivutyössäkin. Kevyessä kaivutyössä koneen keskimääräinen polttoaineen tuntikulutus on ollut Itäkylän (2010) mukaan luokkaa 4 litraa/h Hakkuutyössä Lännen 860C kaivurilla päästiin hakkuulla 5,5 l/h kulutukseen. Tuottavuus kyseisenä aikana oli 6m<sup>3</sup>/h ja runkojen keskitilavuus 290dm<sup>3</sup>. Tuottavuus jäi pieneksi koska kohteet sisälsivät myrskypuiden hakkuuta, ylispuiden poistoa ja siemenpuiden poiston. Kulutukseen sisältyy myös leimikolle siirtyminen 1h joka pitää myös huomioida. Hakkuukohteiden kokonaiskertymä oli 128m<sup>3</sup>. On tärkeää että ottaa myös huomioon sen, että koneella hakattiin ensimmäiset kuviot ja näin ollen kuljettaja ei ole vielä tullut koneen kanssa tutuksi. Todellista tuottavuutta ei voida vielä luotettavasti laskea.

Keskimääräinen ensiharvennuksen, harvennuksen ja uudistushakkuun polttoaineen tuntikulutus raskaalla hakkuukoneella on 12,62 litraa tunnissa (Rieppo, K. & Örn, J. 2003) ( $[12,28+11,81+13,78]/3=12,62$ ). Hakkuukoneen polttoaineen tuntikulutus on myöskin suoraan verrannollinen tuottavuuteen (Rieppo, K. & Örn, J. 2003).

Taulukko 1. Polttoaineen kulutus hakkuukoneella puuston järeyden mukaan (Rieppo, K. & Örn, J. 2003).

Puuston keskijäreyys, dm <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /h	l/h	l/m <sup>3</sup>	Havaintoja
enintään 100	5,23	10,83	2,07	78
100 – 250	9,66	11,11	1,15	67
250 – 450	18,31	12,93	0,71	86
yli 450	18,78	12,90	0,69	69

Taulukko 2. Polttoaineen kulutus hakkuukoneella hakkuutavoittain konekoon mukaan (Rieppo, K. & Örn, J. 2003).

Ensiharvennus, puuston keskijäreys enintään 100 dm <sup>3</sup>				
Konekoko	m <sup>3</sup> /h	l/h	l/m <sup>3</sup>	Havaintoja
Kevyemmät	5,45	8,36	1,53	19
Raskaammat	4,98	12,28	2,47	20
Muu harvennus, puuston keskijäreys 100 - 250 dm <sup>3</sup>				
Konekoko	m <sup>3</sup> /h	l/h	l/m <sup>3</sup>	Havaintoja
Kevyemmät	8,49	9,97	1,18	12
Raskaammat	9,49	11,81	1,24	19
Uudistushakkuu, puuston keskijäreys yli 450 dm <sup>3</sup>				
Konekoko	m <sup>3</sup> /h	l/h	l/m <sup>3</sup>	Havaintoja
Kevyemmät	16,39	10,51	0,64	13
Raskaammat	21,72	13,78	0,63	49

Seuraavassa havainnollistetaan sitä, minkä verran vaikuttaa muutaman litran pienempi kulutus pitkällä aikavälillä taloudellisuuteen (kulutusmäärät pyöristetty). Vertailukohteina ovat Lännen 860c, jonka kulutus harvennuksella on noin 5 litraa/h ja harvesteri, jonka vastaava keskikulutus noin 10litraa/h.

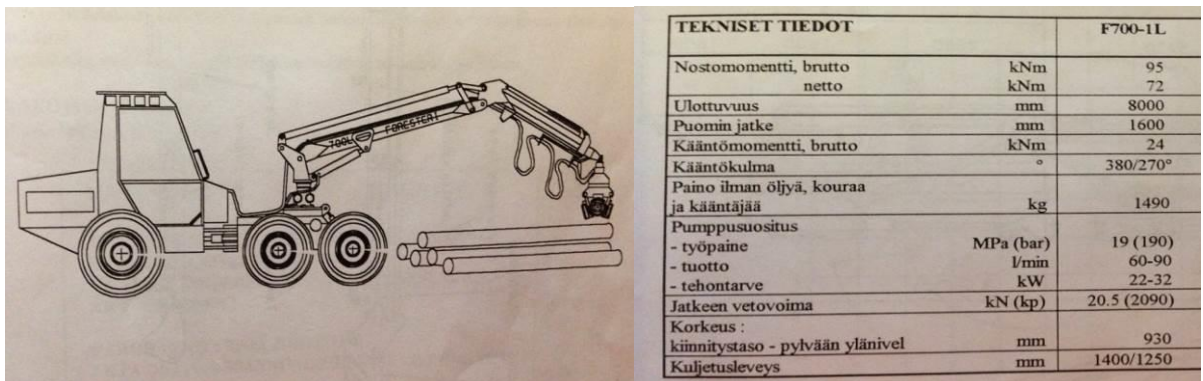
Lännen 860c – koneen kulutus harvennushakkuulla noin 5 litraa/h  
 $= 24 \cdot 7 \cdot 5 = 840 \text{ litraa/viikko}$

Harvesterin vastaava keskikulutus 10l/h.  
 $= 24 \cdot 7 \cdot 10 = 1680 \text{ litraa/viikko}$

= Lännen 860C -kone kuluttaa seitsemän vuorokauden hakkuulla 840 litraa vähemmän polttoainetta kuin harvesteri, jonka kulutus 10litraa tunnissa. Maaliskuun 2014 moottoripolttoaineiden hinnoilla ero noin 700 €/viikko.

Johtopäätös on, että Lännen koneen tuottavuus (m<sup>3</sup>/h) saa ollakin pienempi verrattuna perinteisiin harvestereihin, koska polttoainekulut ovat huomattavasti pienemmät.

### 3.7 Forester 700-1L harvesterinosturi



Kuvio 6. Keslan harvesteri ja nosturin tekniset tiedot (Kesla Oy 1995).

Puomisto on aikoinaan irrotettu Keslan harvesterista (kuva 6). Tämän jälkeen puomisto siirrettiin Lännen 860c –koneeseen. Tämän Forester 700-1L harvesterinosturin on valmistanut Kesla OY. Nosturi on tarkoitettu erityisesti harvennus-hakkuille. Työliikkeet ovat hydraulisesti esiohjattuja. Nosturi on aikoinaan omatekoisesti asennettu sopimaan Lännen C200 yhdistelmä kaivinkoneeseen. Nosturi oli aluksi liikeratapuomisto, ja myöhemmin sitä on tarvinnut muuttaa Lännen kaivinkoneeseen soveltuvaksi. Nosturin toimintaperiaatetta ja tekniikkaa on pitänyt muuttaa perusteellisesti. Muutostyö on pitänyt tehdä, jotta nosturi ei ottaisi kiinni koneen takalasiin, ja kehittelyn ansiosta nosturi saadaan riittävän lähelle peruskonetta. Puomisto on muutettu normaalisti toimivaksi, jolloin pystypilarin korvaketta on saatu siirrettyä kauemmas koneen takalasisista. Myös venttiilipöydät oli samalla vaihdettu. Toimenpiteiden myötä liikeratapuomiston toimintaperiaate muuttui normaalitoimiseksi kuten kaivupuomisto.



### 3.8 Parkerin venttiilipöytä

Tilaus venttiilipöydästä jätettiin Porin paikalliseen hydraulikkaliikkeeseen Unimet Oy:lle 19.12.2012. Tilaus oli tärkeä saada kerralla oikeanlaiseksi. Venttiilipöytää suunniteltiin yhdessä Unimet Oy:n henkilökunnan kanssa hydraulikkakaavioiden saattamiseksi tilauskuntoon. Apuna olivat edeltävän koneen ja nykyisen koneen ohjekirjat, sekä asennettavan motopuomiston ja kouran ohjekirjat. Uutta venttiilipöytää (kuva 30) suunniteltaessa otettiin huomioon myös nosturin aikaisempi käyttäytyminen. Edellisessä käytössä puomiston kääntöliike oli liian terävää, joka sai aikaan vaurioita kääntösylintereille. Vauriot olivat pääasiassa hiusmurtumia. Kyseiset puutteet otettiin huomioon venttiilipöytää suunniteltaessa lisäämällä vaimennus nosturin liikkeille.

Molemmille lisäakseliston pyörille suunniteltiin omat liikekarat ja niiden painatukseen yhteinen liikekara sähköisellä esiohjauksella. Toc 2 tietokoneyksikön avulla saadaan toimimaan sähköisesti esiohjatut liikekarat joita ovat Nosturin hydraulinen jatke ja lisäakseliston painatus. Muut nosturin liikkeet ovat venttiilipöydällä hydraulisesti esiohjattuja. Venttiilipöydän tilaus tehtiin Unimet Oy:ltä, josta myös suurin osa hydraulikkatarvikkeista hankittiin. Valmistuksesta vastasi Ruotsissa Parkerin tehdas.

### 3.9 Lisäakselisto

Hakkuupuomistoon on tehty omassa käytössä parannuksia vuosien varrella, kuten rakentamalla hydraulisesti ylös ja alas liikuteltava lisäakselisto (kuva 4). Nosturin kummatkin pyörät ovat erikseen ajettavissa. Akselistosta on apua hakkuilla koneen tukevoittamiseksi sekä maastokelpoisuuden ja kantavuuden parantamiseksi. Lisäakselisto mahdollistaa myös turvallisen varastoinnin sekä nopeuttaa puomiston irrotusta ja kiinnittämistä, kun puomistoa saadaan liikuteltua oikealle liitäntäkorkeudelle. Näin ollen vuosittainen puomiston vaihto helpottui. Lisäakselisto on kätevä myös isojen ojien ylityksissä, joissa ilman akselistoa esiintyi alussa ongelmia, mutta tärkein hyöty oli koneen tukevoittuminen hakkuulla.

Lisäakselistoa rakennettaessa otettiin huomioon mahdollisuus myös telojen käyttöle. Akseliston pyörissä ei ole vetoa, mutta telojen avulla pyöriin saadaan veto voimansiirtona takapyöriltä. Kyseisestä puomistosta on käyttökokemusta vuodesta 1999 asti talvikauden hakkuilta. Kesäajaksi puomisto voidaan varastoida katokseen (kuva 7).



Kuvio 7. Forester 700-1L (Itäkylä 2012)

Pyöriä voi nyt käyttää sekä erikseen, että ”kellunta”-asennossa. Projektissa lisättiin akselistolle kokonaan erillinen, sähköisesti säädettävissä ja ohjattavissa oleva painatusjärjestelmä. Painatusjärjestelmällä oli tarkoitus vaikuttaa painopisteen ja kaantumiseen. Painatusjärjestelmä mahdollisti myös sen, että vastapainoa ei tarvinnut rakentaa. Tämä säästi huomattavasti aikaa ja kustannuksia.

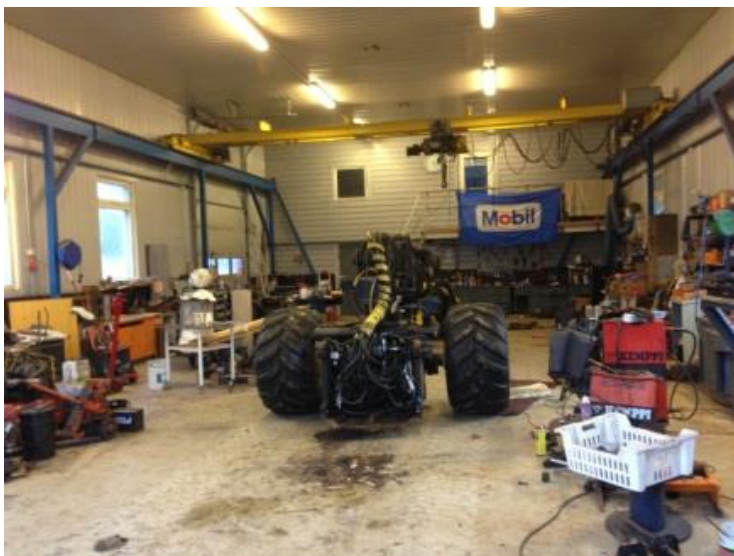
### 3 MUUTOSPROJEKTI TYÖVAIHEITTAIN

Seuraavassa havainnollistetaan kuvien avulla projektin sisältämät työvaiheet. Projektin toteutus aloitettiin 14.12.2012, jolloin hakkuupuomisto haettiin kesäsäilöstä. Kuljetus korjaamolle tehtiin kaivinkoneella (kuva 8).



Kuvio 8. Puomiston kuljetus korjaamolle (Itäkylä 2012).

Muutosprojektin suunnittelutyö aloitettiin välittömästi ja lähdettiin kartoittamaan tulevia investointeja (kuva 9).



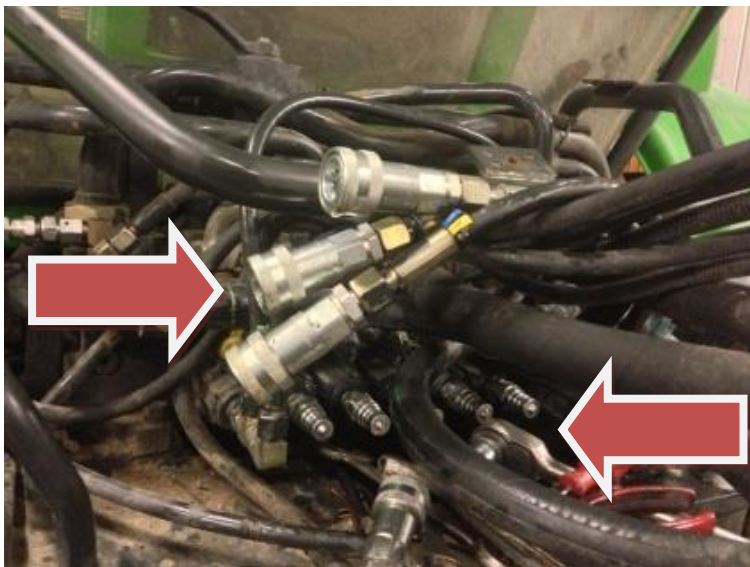
Kuvio 9. Puomisto korjaamolla (Itäkylä 2012).

Toimenpiteet aloitettiin 18.12.2012 pikaliittimien asennuksella peruskoneeseen (kuva 10). Pikaliittimien tarkoitus oli tehdä nosturin vuosittaisesta irrotuksesta mahdollisimman nopeaa jatkossa.



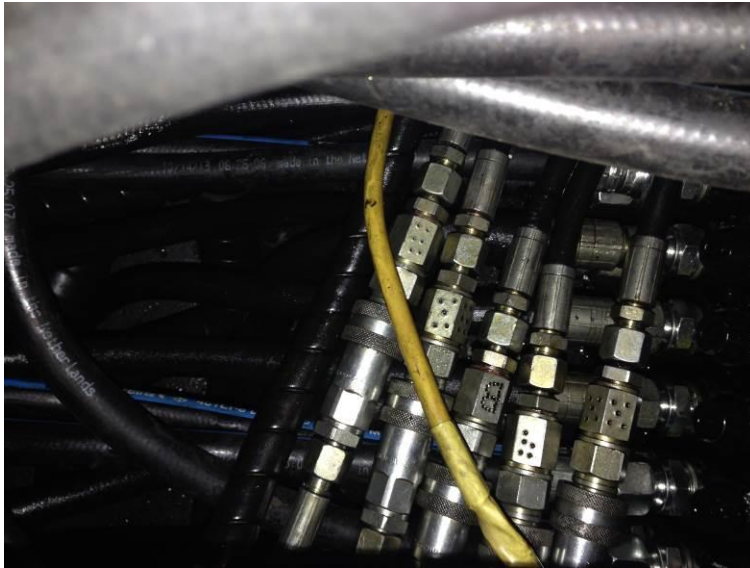
Kuvio 10. Pikaliittimet asennettuna (Itäkylä 2012).

Pikaliittimet asennettiin kaivupuomistoon 19 - 20.12.2012 (kuva 11). Kuvassa olevat naarasliittimet tulevat peruskoneesta ja niiden alla olevat koirasliittimet jäävät kaivupuomistoon (kuva 11).



Kuvio 11. 860C Kaivupuomisto (Itäkylä 2012).

Pikaliittimet merkattiin hakkaamalla vastaava määrä pisteitä liittimiin, jotka olivat parit keskenään; näin liittimet eivät sekoja toisiinsa (kuva 12).



Kuvio 12. Pikaliittimien merkkkaus 20.12.2013 (Itäkylä 2013).

21.12.2012 Varaosien haku Unimet Oy:ltä.

28.12.2012 Kaivupuomisto irrotettiin ja varastoititiin talvisuojaan (kuvat 13 & 14).



Kuvio 13. Kaivupuomiston Irrotus (Itäkylä 2012).

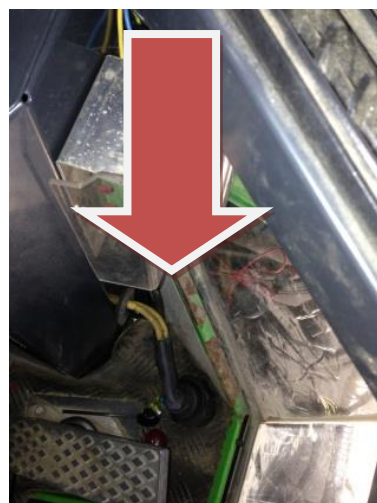


Kuvio 14. Kaivupuomiston varastointi (Itäkylä 2012).

Motokouran hallintalaitteiden, mittalaitteiston, läpivientien (kuva 16) ja sähkölaitteiden asennusta aloitettiin toteuttamaan 4 – 6.1.2013 (kuvat 15 ja 16).



Kuvio 15. Motopuomisto ja Lännen 860c (Itäkylä 2012)



Kuvio 16. läpivienti moton sähköille (Itäkylä 2012)

Tulostin mahdollistaa leimikon kuutiokohtaisten puutavaramäärien seurannan, esim. motokontrollien tulostuksen (kuva 17).



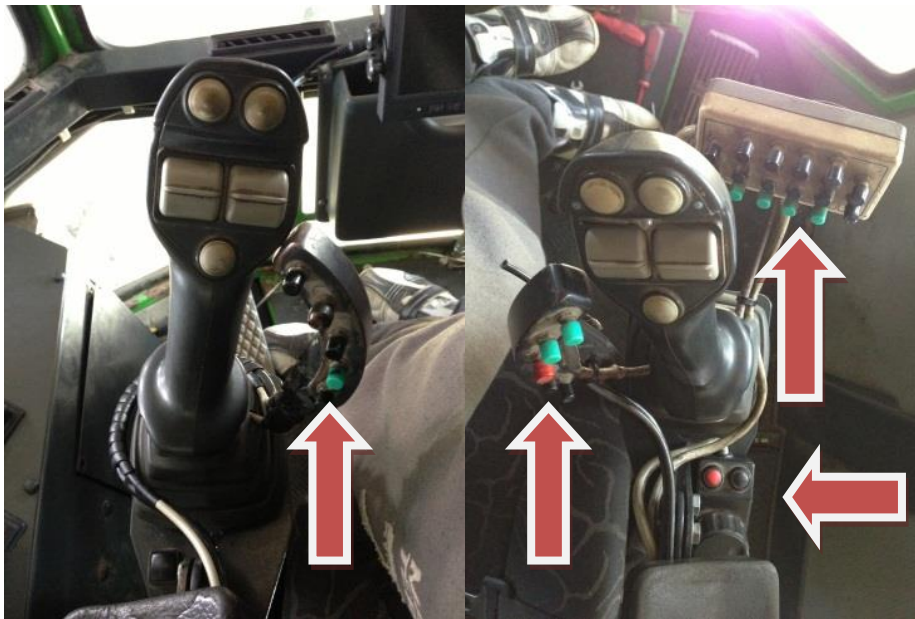
Kuvio 17. 11 – 13.1.2013 asennettiin tulostin (Itäkylä 2013).

Peruutuskamera korjasi huonon näkyvyysongelman koneen taakse. Kamerasta on hyötyä hakkuilla talvisin, sekä kaivutöissä kesäisin liikenteen seassa työskennellessä. Esimerkiksi kaupungissa liikenteen seassa on erittäin hankala havaita kaikkia autoja ja ilman kameraa autoja pitäisi vilkuilla aina olan yli. Tämä myös lisäsi niska- ja hartiavaivoja.



Kuvio 18. 18.1.2013 asennettiin peruutuskamera (Itäkylä 2013).

19 – 20.1.2013 Hakkuukäytössä tarvittavien hallintalaitteiden asennusta. Hallintalaitteet irrotettiin Lännen C200 koneesta ja ne siirrettiin Lännen 860C – koneeseen. Hallintalaitteiden avulla saadaan käskyjä motokouralle ja Epec -5000 mittalaitteelle. Hiiri, enter- ja esc -painikkeet mahdollistavat liikkumisen mittalaitteen näytöllä. Nuolet osoittavat asennettujen hallintalaitteiden sijainnin (kuva 19).



Kuvio 19. Motokouran hallintalaitteet (Itäkylä 2013).



15 - 17.02.2013 Moton mittalaitteiston purku edellisestä koneesta (kuva 20). Kuva on otettu Lännen C200 -koneesta ennen mittalaitteiston irrottamista. Lännen C200 -mallissa oli 12 voltin järjestelmä ja siksi käytössä oli inventteri mittalaitteiston ja koneen sähköjärjestelmän välissä, koska mittalaitteisto vaatii 24 voltin järjestelmän (mittalaitteen käyttöohjekirja 1996). Inventteriä ei näin ollen enää tarvinnut siirtää, koska Lännen 860C -koneessa on 24 voltin järjestelmä. Myös puomin valaistus oli muutettava 24 voltiseksi uusimalla työvalot puomistossa.



Kuvio 20. Mittalaitteisto kiinnitettyä Lännen C200 -koneessa (Itäkylä 2013).

Lännen 860C -koneeseen piti asentaa kattoluukun tilalle kattoikkuna, jotta harvennuksella nähtäisiin puiden latvat (kuvat 21 ja 22). Kattoikkuna saatiin myös siirtämällä se edellisestä koneesta. Toimenpide suoritettiin 22.02.2013.



Kuvio 21. Kattoikkuna (Itäkylä 2013).



Kuvio 22. Kattoikkuna (Itäkylä 2013).

01 – 30.03.2013 välisenä aikana moton sähköt ja mittalaite asennettiin 860C - koneeseen. Sähköpistoke (kuva 23) mahdollisti hytti- ja kouramoduulin välisen tiedonsiirron. Pikapistokkeen asennuksella mahdollistettiin myös sähköjen nopea kytkeminen puomistoja vaihdellessa.



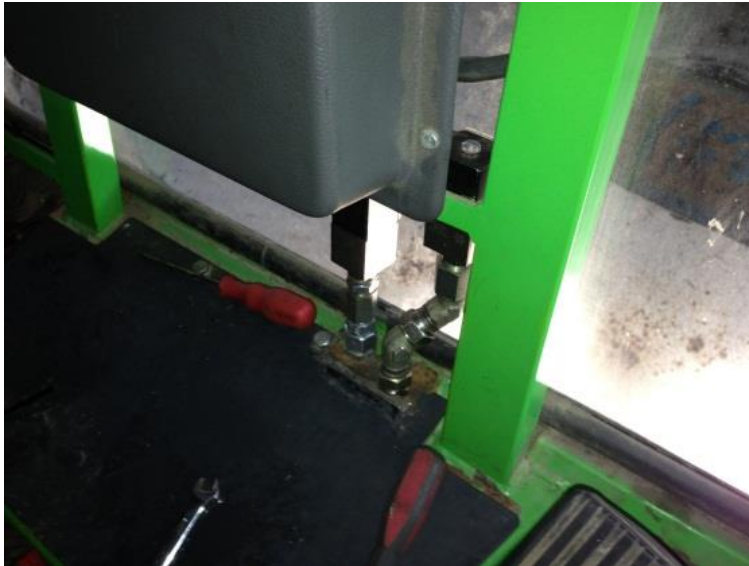
Kuvio 23. 16.3.2013 asennettiin moton sähköpistoke (Itäkylä 2013).

Mittalaitteen- ja peruutuskameran näytöt asennettiin 29 - 30.03.2013 (kuva 24). Kamera toimii myös hyvin hämärässä.



Kuvio 24. Lännen 860c -ohjaamosta (Itäkylä 2013).

Kourankääntöhydrauliikka muutettiin sähköiseksi painekeytimien avulla  
31.03.2013



Kuvio 25. Painekeytkin (Itäkylä 2013).

Edellisessä käytössä havaittiin puomiston valaisussa parantamisen varaa ja normaalien työvalojen tilalle asennettiin led-työvalot, jotka ovat huomattavasti alkupe-  
räisiä tehokkaammat 01.04.2013 (kuvat 26 & 27).



Kuvio 26. Työvalot (Itäkylä 2013).



Kuvio 27. Työvalot (Itäkylä 2013).

Penkin taakse asennettiin hyttimoduuli hakkuukäytölle 02.04.2013. Johdotukset vietiin moduulilta penkin läpi hallintalaitteille (kuva 28).



Kuvio 28 Hyttimoduuli ja siltä lähtevät johdotukset (Itäkylä 2014).

Projekti keskeytyi kaivutöihin siirtymisen takia ja koneeseen asennettiin kaivupuomisto. Kaivupuomiston asennus kelloitettiin ja aikaa kului 30 minuuttia. Muutos-työtä voitiin kuitenkin jatkaa hakkuupuomiston osalta konehallissa aina kun aikaa oli.



Kuvio 29 5.4.2013 asennettiin kaivupuomisto (Itäkylä 2013).

Venttiilipöytä saapui Unimet Oy:n hydraulikka-liikkeeseen 12.4.2013 (kuva 30). Venttiilipöytään tehtiin vielä ennen asiakkaalle luovutusta hydraulikkaliikkeen toimesta tarvittavia sähköisiä säätö-toimenpiteitä.



Kuvio 30. Parkerin venttiilipöytä valmiina kiinnitystä varten (Itäkylä 2013).

Vanhat venttiilipöydät saatiin irrotettua, ja uuden kiinnittämistä voitiin alkaa suunnitella (kuva 31).



Kuvio 31. 26.10.2013 motopuomisto ilman hydraulikka komponentteja (Itäkylä 2013).

Vanhat venttiilipöydät ja alempana uusi venttiilipöytä, jonka kiinnitystä aloitettiin suunnittelemaan (kuva 32).



Kuvio 32. Uusi- ja vanhat venttiilipöydät (Itäkylä 2013).

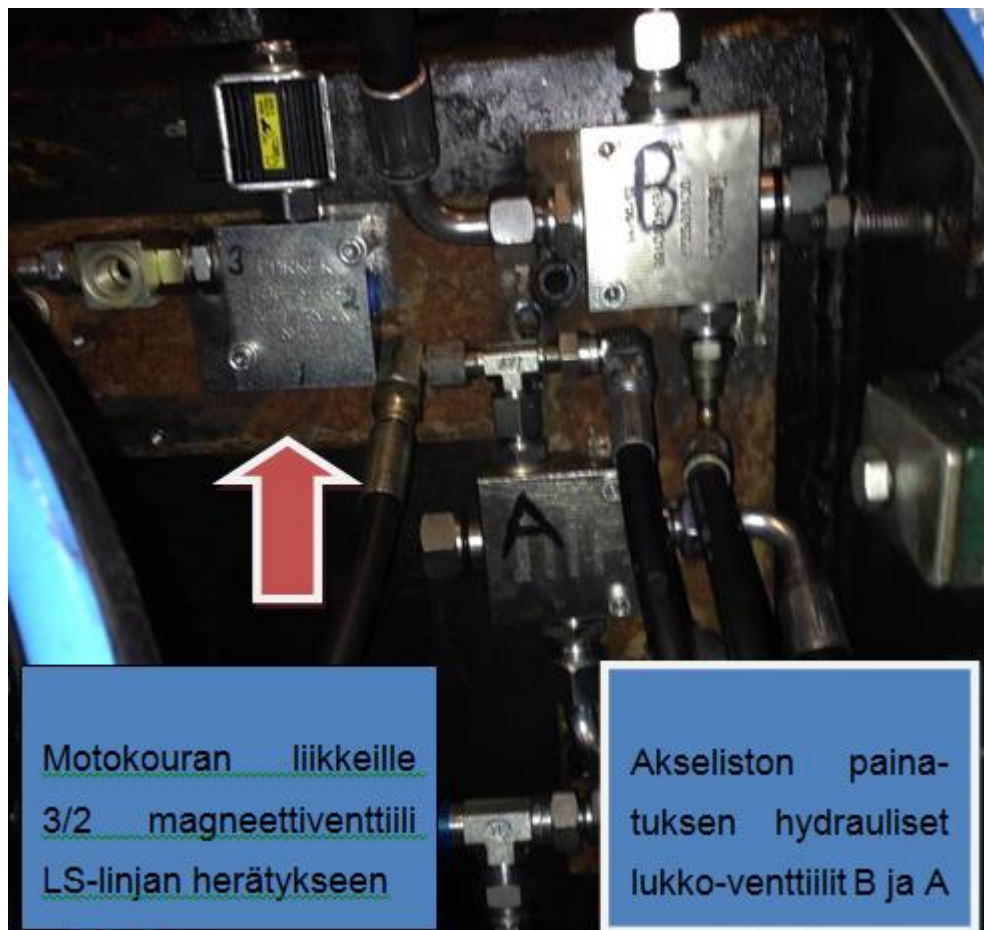


Kuvio 33. 1.11.2013 asennettiin uusi venttiilipöytä (Itäkylä 2013).

Venttiilipöydän kiinnityspultteja kiristäessä piti huomioida, että alusta olisi mahdollisimman tasainen (kuva 33).

Järjestelmä piti rakentaa järkevästi siten, että jatkossa letkurikon sattuessa ei syntyisi tilanpuuteongelmia letkun vaihtamisessa ym. korjaustoimenpiteissä. LS- linjan tarkoitus on seurata venttiilipöydän paineita. Sen kautta pumpunsäädin antaa käskyn hydraulikkapumpulle silloin, kun jotain liikettä tarvitaan puomistolla tai kouralla.

Painatuksen jakautumisen mahdollistamiseksi piti akseliston hydraulisille sylinteille menevät letkutukset viedä hydraulisesti ohjattujen lukkoventtiilien kautta, joita tarvitaan kolme kappaletta A, B ja C (kuva 34). Motokoura tarvitsi myös sähköisesti ohjatun 3/2 venttiilin LS -linjaan (kuva 34 & liite 5.) herättääkseen pumpun silloin kun koura saa liikekäskyn hyttimoduulilta (kuva 28.)



Motokouran liikkeille  
3/2 magneettiventtiili  
LS-linjan herätykseen

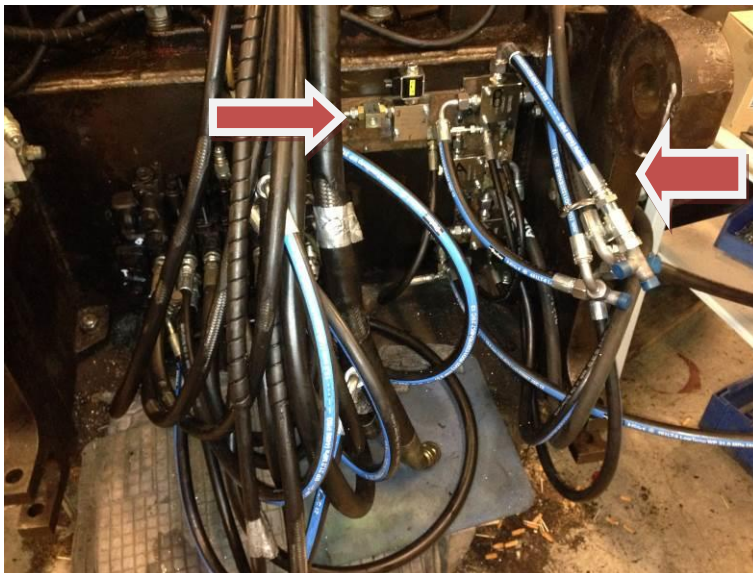
Akseliston paina-  
tuksen hydrauliset  
lukko-venttiilit B ja A

Kuvio 34. 2 – 3.11.2013 asennettiin magneetti- sekä hydrauliset lukko-venttiilit (Itäkylä 2013).



Kuvio 35. 15.11.2013 Motopuomiston hydraulikkaletkutukset kiinnitettiin uuteen venttiilipöytään (Itäkylä 2013).

Moton LS- linjan sähköisesti ohjatun 3/2 hydraulikkaventtiin asennus (kuva 36).  
Lisäksi asennettiin asiaan kuuluvia hydraulikkaletkutus (kuva 36).

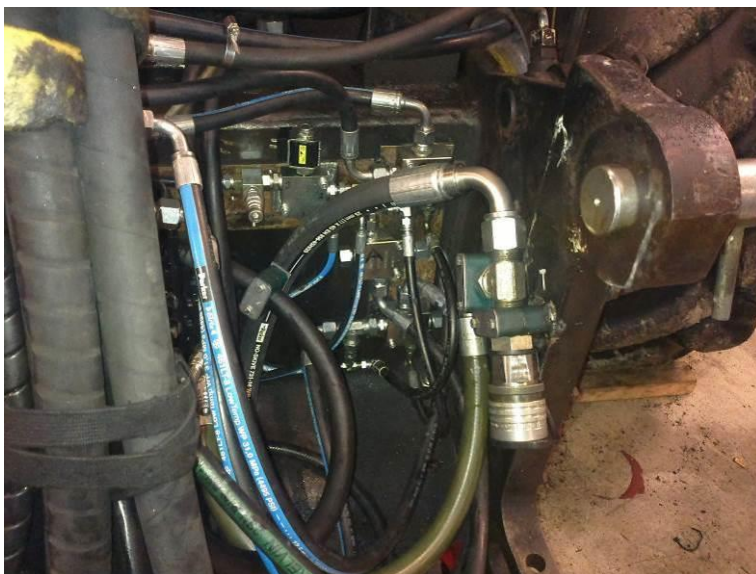


Kuvio 36. 16 - 17.11.2013 asennettiin hydraulikkaletkuja sekä 3/2 hydraulikkaventtiili (Itäkylä 2013).





Kuvio 37. 22.11.2013 asennettiin painatusjärjestelmän letkutusta (Itäkylä 2013).



Kuvio 38. 23.11.2013 asennettiin paluulinjan pikaliitin (Itäkylä 2013).



Kuvio 39. 29.11.2013 asennettiin painelinjan pikaliitin (Itäkylä 2013).

Pallohanan asennuksella öljyn virtaus saadaan suljettua letkurikon sattuessa öljyvahinkojen välttämiseksi (kuva 40).



Kuvio 40. 30.11.2013 pallohana asennettiin puomiston painelinjaan (Itäkylä 2013).

04.12.2013 Varaosia Unimet Oy:ltä.

09.12.2013 Letkutusten rakentelua (kuva 41), varaosien inventointia.

10.12.2013 Varaosien haku Unimet Oy:ltä.



Kuvio 41. 12.12.2013 hydraulikkajärjestelmän letkutus oli valmiina (Itäkylä 2013).

Pikaliittimien avulla puomistojen kiinnitys ja irrotus saatiin erityisen nopeaksi. Hakkuupuomiston kiinnitys kelloitettiin ja toimenpiteeseen kului aikaa yksi tunti (Itäkylä 2013).



Kuvio 42. 13.12.2013 suoritettiin motopuomiston ensimmäinen kiinnitys sekä mahdollisten vuotojen kartoitus (Itäkylä 2013).

Päätettiin tarkistuttaa tekemämme työn tulokset motojen hydraulikkaan (Ketosen motokouriin ja huoltoihin) erikoistuneen asiantuntijan avulla. Asiantuntijan nimi oli Esa Teräs, Tefoma Oy Ab -nimisestä firmasta Kristiinankaupungista. Käynnin aikana tehtiin pientä hienosäätöä asennuksiimme (kuva 43).



Kuvio 43. 16.12.2013 suoritettiin koekäyttö Merikarvialla (Itäkylä 2013).



Kuvio 44. 17.12.2013 asennettiin pohjajanssarin kiinnitysrauta (Itäkylä 2013).

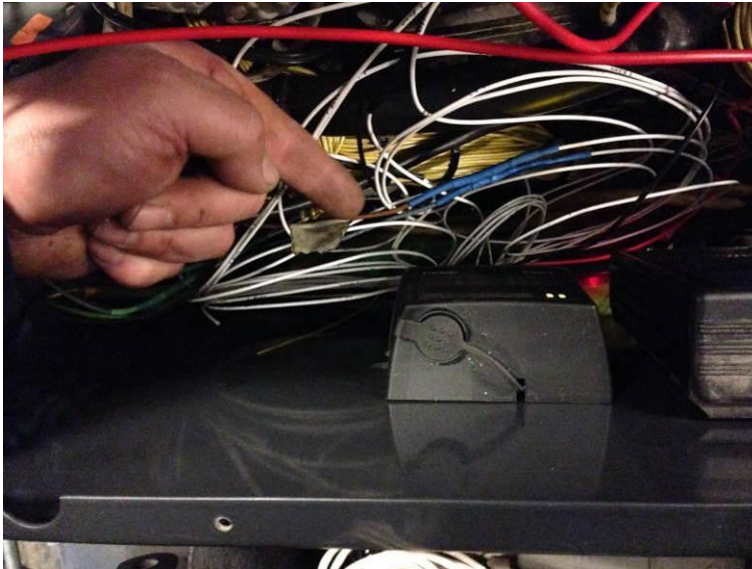


Kuvio 45. Venttiilipöydän suojapeitteen asennus 17.12.2013 (Itäkylä 2013).



Kuvio 46. 18.12.2013 kiinnitettiin puomisto, pohjapanssari sekä sivupanssarit puomiston molemmille puolille (Itäkylä 2013).

Kaivupuomiston Propo -ohjausten hyödyntäminen vaatii selvitysten jälkeen Toc 2 -tietokoneyksikön toimiakseen hyvin. Kaivupuomiston propo-ohjaukset hyödynnettiin Toc 2 avulla motopuomiston hydrauliselle jatkeelle ja sen lisäakseliston painatukselle. Toc 2 – yksikkö hankittiin 19.12.2013. Liitteissä lisätietoa Toc 2 -komponentista.



Kuvio 47. 2.1.2014 Toc 2 –komponentti saatiin asennetuksi (Itäkylä 2014).



Kuvio 48. 3.1.2013 asennettiin manuaalisesti säädettävä painatuspotentiometri (Itäkylä 2014).

Komponenttien asentamiseksi tarvittiin sähkömiehen ammattitaitoa 2 - 3.1.2014 (Kyösti Sally Sammutin- ja laitehuolto, Noormarkku).

Tassujen painatusjärjestelmä vaati kuvassa näkyvän säätörullan ja painatuskytkimen, jotta painatusta voitiin kontrolloida (kuva 49).



Kuvio 49. 4.1.2014 painatuksen säädön asennus saatiin päätökseen (Itäkylä 2013).

Painatuksen sähköisen säätöalueen määrittämistä 7.1.2014 vastuksia lisäämällä sekä oikean kokoisen potentiometrin valinta. Raideväliä levitettiin vanteita kääntämällä ja samalla asennettiin myös ketjut (kuva 50). Raidevälin levitys vaikutti positiivisesti koneen tukevoitumiseen hakkuutyössä.



kuvio 50. 8.1.2014 tehtiin raidevälin levitys ja asennettiin ketjut (Itäkylä 2014).

9.1.2014 Tehtiin vuosihuolto koneeseen.



Kuvio 51. 10.1.2014 kone oli kuljetusasennossa valmiina hakkuulle (Itäkylä 2014).



Kuvio 52. Koeajo suoritettiin metsässä 11.1.2014 (Itäkylä 2014).



## 4 MUUTOSTYÖN KUSTANNUKSET JA TYÖMÄÄRÄ

Alkuarvion mukaan kokonaiskustannukset arvioitiin noin 10 000 euron suuruisiksi. Kokonaiskustannukset tekivät yhteensä 11 835,17 euroa. Kustannusarvio hieman ylittyi, koska projektissa tuli eteen odottamattomia investointeja. Kohtuullisen hyvin pysyttiin lähellä suunniteltua budjettia. Omalle työpanokselle projektissa ei ole laskettu kustannuksia. Oman työn osuuteen projektin parissa käytettiin arviolta noin 400 tuntia. Hakkuuvarustuksen osalta hankintakustannuksia ei syntynyt, koska puomisto ym. varusteet saatiin siirrettyä edellisestä Lännen C200 -koneesta.

Puomiston hydraulikkajärjestelmän sopimattomuus Lännen 860C -koneeseen taas aiheutti lisäkustannuksia mm. uuden venttiilipöydän, letkutusten ja käytetyn ammattiavun osalta. Työvoimaa jouduttiin palkkaamaan yhteensä 1893,50 euron edestä (sähkötyöt 1245€ + hydraulikkatyöt 648,5€ = 1893,5€). Jos ylimääräistä työvoimaa ei olisi tarvinnut palkata, niin arvioitu 10 000€ budjetti olisi alitettu ja se olisi tullut olemaan 9941,7€ ( $11\,835,17 - 1893,5 = 9941,7$ €).

Työtiloina käytössämme oli kotitilan konehalli ja omat laitteistot sekä ammattitaito. Näin ollen kaikki metallityöt ja asennukset saatiin hoidettua tilan omissa toimitiloissa ja sen suhteen kustannukset pysyivät suhteellisen pieninä.



Kuvio 53. Itäkylän konehalli (Itäkylä 2014).

Hakkuuvarustus pyörivään tela-alustaiseen kaivuriin uusilla laitteistoilla kustantaa asentajan arvion mukaan 60 000 – 65 000 euroa (Teräs 2013). Seuraavassa las-  
kelmassa esittelen arvion siitä, miten paljon muutostyö kustantaa kokonaisuudes-  
saan Lännen 860C kaivinkoneeseen: *Tehdaskunnostettu koura ja nosturi 20 000 €*  
*+ venttiilipöytä ja letkutukset 10 000 € + mittalaite ym. sähkötykset 10 000 € + työn*  
*osuus 10 000 € = 50 000 € (Itäkylä 2014)*. Muutostyön osuus varaosineen on yh-  
teensä 50 000€. Tässä arviossa kaikki laitteistot ovat käytettyjä tai tehdaskunnos-  
tettuja.

Taulukko 3. Muutostyön kokonaiskustannukset (Itäkylä 2014).

<i>Unimet Pori Oy (Letkuja, Liittimiä ja Venttiilipöytä)</i>	<i>9 177,37 €</i>
<i>Oy engcon Finland AB (Lisänäppäimistö värimerkkaukselle)</i>	<i>153,51 €</i>
<i>Länsivaraosa Ky (Sähkötarvikkeita ym.)</i>	<i>327,80 €</i>
<i>Heinolan auto ja traktori Oy (Peruutuskamera)</i>	<i>350 €</i>
<i>Porin Elektroniikkatarvike (Sähkötarvikkeita)</i>	<i>149,62 €</i>
<i>Tefoma Oy (Hydrauliikka työt)</i>	<i>648,52 €</i>
<i>Porin Villa ja Peite Oy (Läpivientirenkaita penkin verhoiluun)</i>	<i>6 €</i>
<i>Konepaja Stryni Oy (Pohjapanssarin kiinnitysraudan reikien poraukset)</i>	<i>74,40 €</i>
<i>Porin Motormarket (Sähkökatkaisimia puomistolle)</i>	<i>19,60 €</i>
<i>Satatekniikka Oy (Hydrauliikka liittimiä)</i>	<i>7,40 €</i>
<i>Sähkötyöt Salli Ky (Toc 2 asennus/kytkentä)</i>	<i>1 244,96 €</i>
<i>Hydroala Oy (Hydrauliikka liittimiä)</i>	<i>56,54 €</i>
<i>Hydroscand (Hydrauliikka öljyä)</i>	<i>60,76 €</i>
<i>Ylimääräisten hydrauliikkatarvikkeiden palautus</i>	<i>-441,31 €</i>
<b>Yhteensä:</b>	<b><i>11 835,17 €</i></b>

(Hinnat sis. ALV 24%)

## 5 KÄYTTÖKOKEMUKSIA MUUTOSTYÖN JÄLKEEN

Vastaavaan projektiin ryhdyttäessä pitää ennalta varautua ja ottaa huomioon mahdolliset toimitusten viivytykset, jotka voivat aiheuttaa ansion menetyksiä aikataulun ylittyessä. Pitää ottaa myös huomioon muu mahdollinen toimintaa haittaava työskentely, esimerkiksi muiden koneiden huoltotyöt. Lännen 860C -koneessa oleva propo-ohjaus saatiin hyödynnettyä hankkimalla TOC 2 -tietokoneyksikkö, mutta myös lisäkustannuksia kertyi sähkötöiden osalta.

Ennen vastapainon rakentamista konetta koeajettiin hakkuulla. Koeajon aikana havaittiin, että vastapainoa ei tarvita, koska rakennettu painatusjärjestelmä korvasi vastapainon tarpeellisuuden. Motokouran puristusteho ja syöttönopeus ovat paremmat kuin edellisessä koneessa. Nosturin liikkeille onnistuttiin muutostyössä lisäämään myös vaimennus. Liikkeet käynnistyvät ja pysähtyvät nyt pehmeämmin. Lännen 860C on hakkuussa huomattavasti vakaampi kuin edellinen Lännen C200, juuri lisäakseliston painatuksen ansiosta.

Hakkuutuotosta ei tässä projektissa pystytä laskemaan, koska kuljettajan on vaikea hallita vielä näin pian kaikkia hallintalaitteita täydellisesti. Tämä vääristäisi tutkimustulosta, sillä aikaa kuluu kuljettajalla vielä, ennen kuin hän hallitsee koneen riittävän hyvin. Koneeseen pitää vielä tutustua paremmin jotta realistinen vertailu olisi mahdollista. Puomiston vaihtonopeus saavutettiin ennako-odotusten mukaisesti (sivu 43).

Projekti on ollut erityisen mielenkiintoinen, opettavainen sekä sisältänyt monia mielenkiintoisia työvaiheita. Aikataulu hieman venähti venttiilipöydän pitkän toimitusajan takia. Budjetti pysyi kumminkin kohtuullisissa rajoissa. Tutkimuksen mukaan hakkuukäytön kannattavuus on parantunut verrattuna edelliseen koneeseen, koska polttoaineenkulutus on pienempi ja kone on muutenkin tehokkaampi ja huoltovarmempi.

## 6 YHTEENVETO

### Puomistojen asennusajat:

Kaivupuomiston irrotus = 30 min

Kaivupuomiston kiinnitys = 30 min

Motopuomiston irrotus = 1 h

Motopuomiston kiinnitys = 1 h

Motoketjujen asennus = 1 h

Motoketjujen irroitus = 30 min

Hakkuukoneesta kaivukuntoon = 2 h

Kaivuuvarustelusta hakkuukoneeksi = 2,5 h

Kokonaiskustannukset ilman asennuskuluja = 11 835 €

## 7 LÄHTEET

Bergroth, J., Kärhä, K., Palander, T. & Keskinen, S. 2007. Tela-alustainen kaivukone hakkuukoneena. Metsätehon raportti 199 26.4.2007

[http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti\\_199.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_199.pdf)

Itäkylä, M. 2010. Koneiden kirjanpito. Julkaisematon.

Käyttö- ja huoltokirja. 2003. Lännen 860C. Loimaa: Lännen Tractors Oy.

Louhos, P. & Louhos, J.- P. 1992. Ajoneuvo ja työkone hydraulikat. 3. Kangaslampi: Karjala Dealers ky.

Lännen 860C Varaosakirja. Loimaa: Lännen Tractors Oy.

Mittalaitteen käyttöohjekirja. 1996. Harvemeter 5000. Seinäjoki: Epec Oy.

Myhrman, D., Berg, S., Granlund, P., & Karlsson, L. 2000. Metsä- ja työkonetekniikka. Suomentaja Veijo Kiuru. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino OY.

Nosturin käyttöohjekirja. 1995. Foresteri F700-1L. Joensuu: Kesla Oy

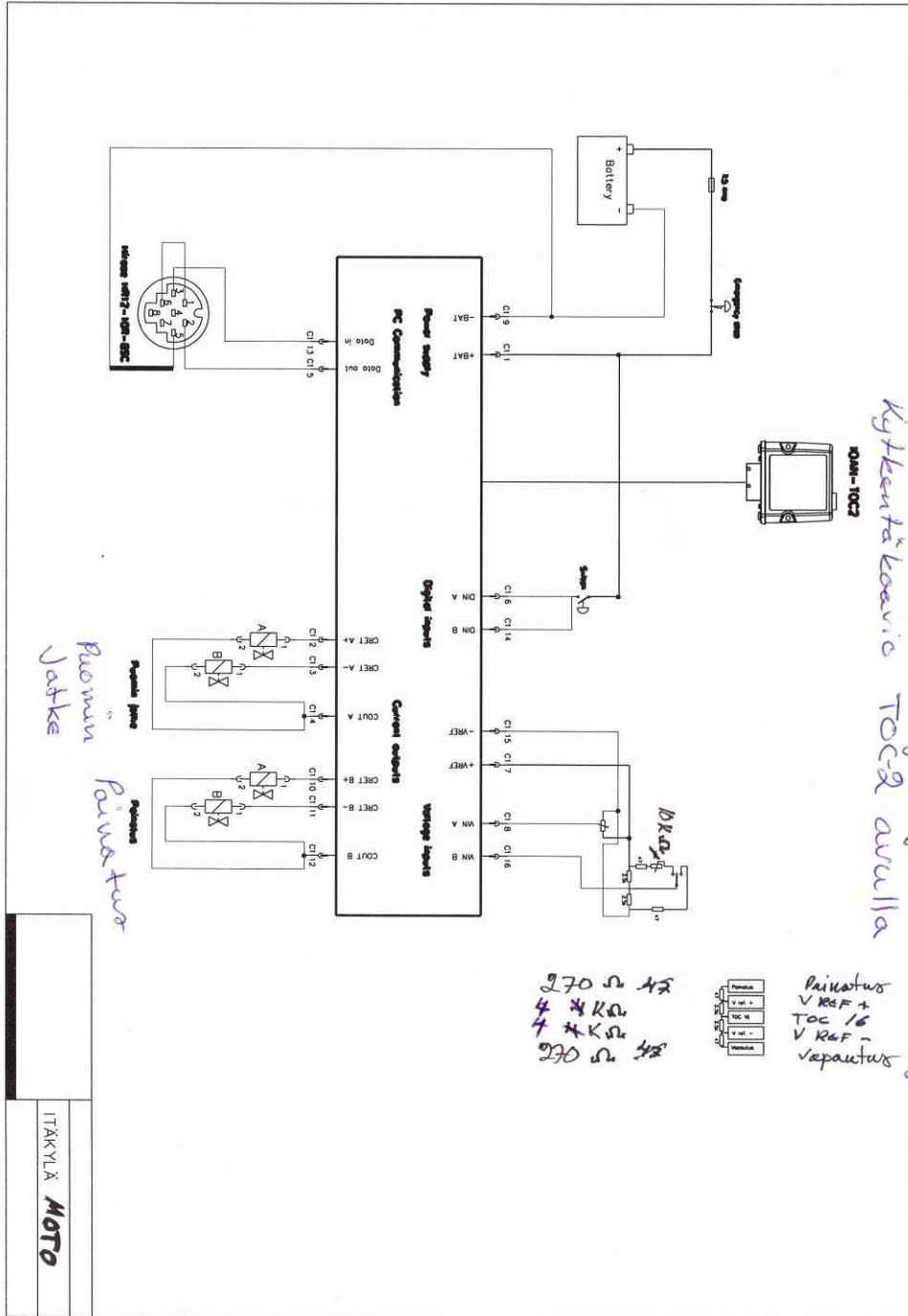
Rieppo, K. & Örn, J. Metsätehon raportti 148. Helsinki: 2003. Metsäkoneiden polttoaineen kulutuksen mittaaminen.

Ryynänen, S. & Rönkkö, E. 2001. Harvennusharvestereiden tuottavuus ja kustannukset. Helsinki: Työtehoseura.

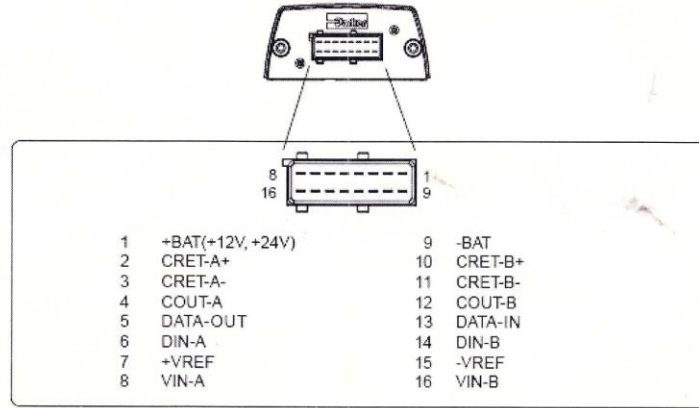
Teräs,E 2013. Asentaja, Tefoma oy. Haastattelu 15.12.2013.

Sähköisesti esiohjattujen toimintojen kytkentäkaavio  
tietokone yksikkö TOC-2;lle

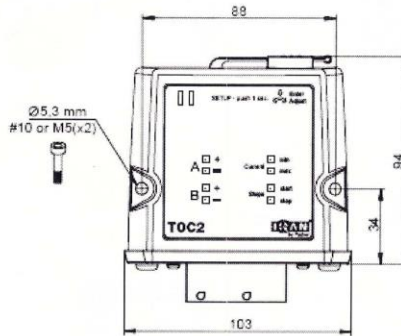
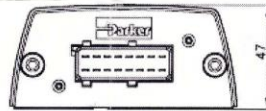
Liite 1



### Wiring diagram



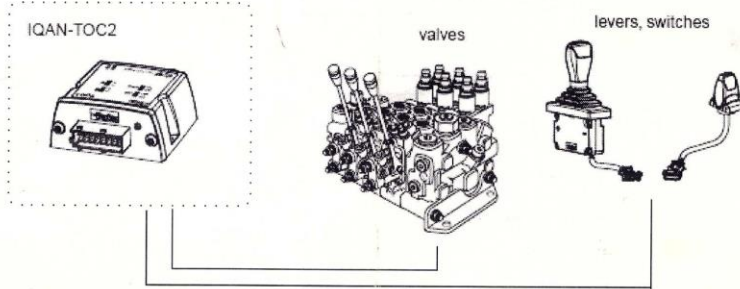
Mating connector kit: 5031 105



unit = mm

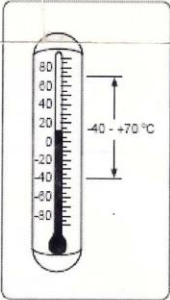
### Installation IQAN-TOC2

Publ.no: M5010028A  
Ed. A



Tuning instructions for manual setup and adjustment see: HY17-8393/UK

The diagram shows the IQAN-TOC2 controller with a screwdriver positioned to adjust a specific component on its top surface.



Always replace plug!

The diagram shows a rectangular plug with a crossed-out symbol over it, indicating that the plug should be replaced.

CE  
(89/336/EEC)

For further information see:  
HY17-8393/UK Instructions IQAN-TOC2





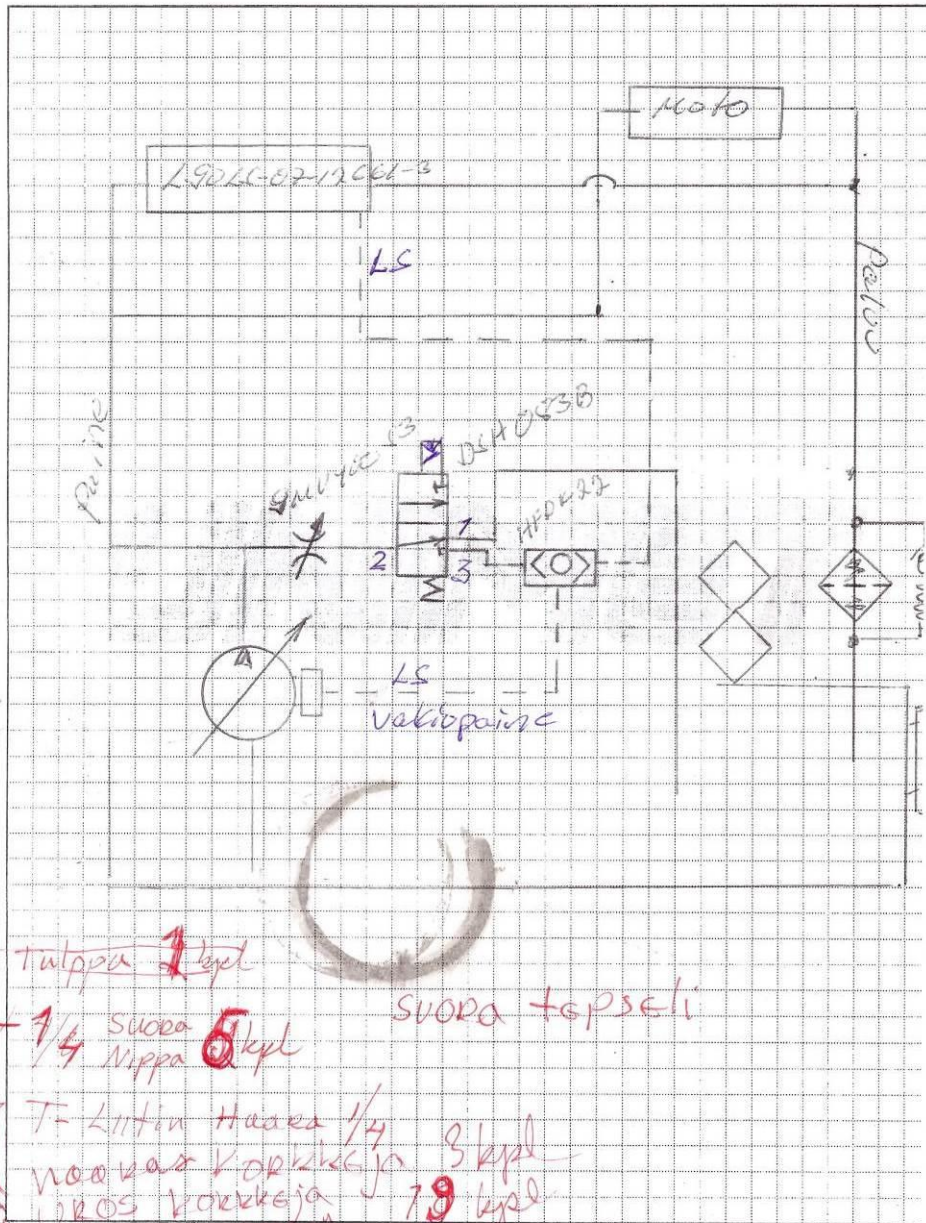
Hydrauliikkapumpun herättämiseen tarvittavan 3/2 venttiilin kytkentä-  
kaavio peruskoneen LS-linjaan.

Liite 4

Moto kouralle

LS-linja eli

herätyspainepumpulle



3/8 Tulppa 1 kpl

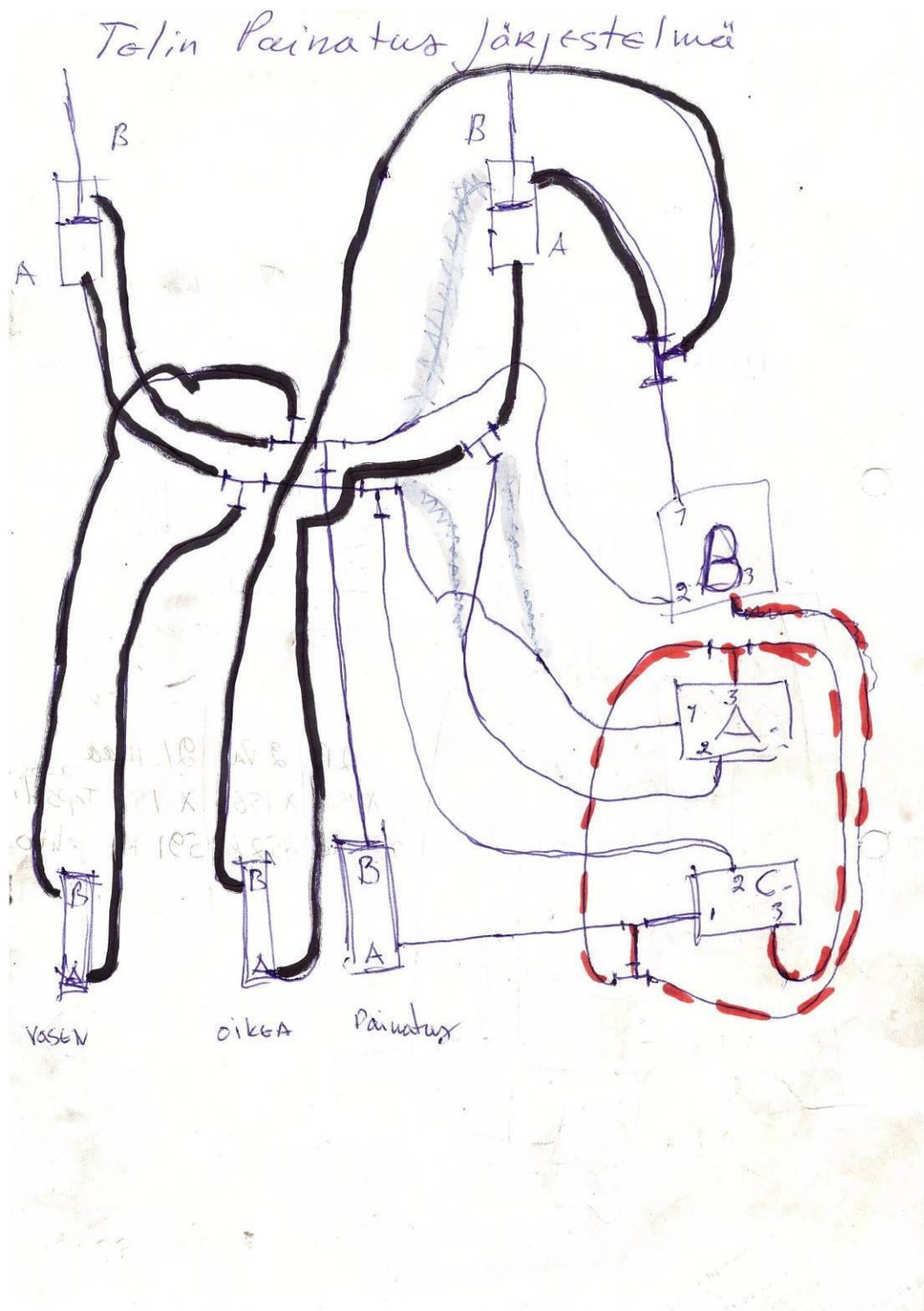
2/5 - 1/4 Suora 6 kpl  
Nippa 6 kpl

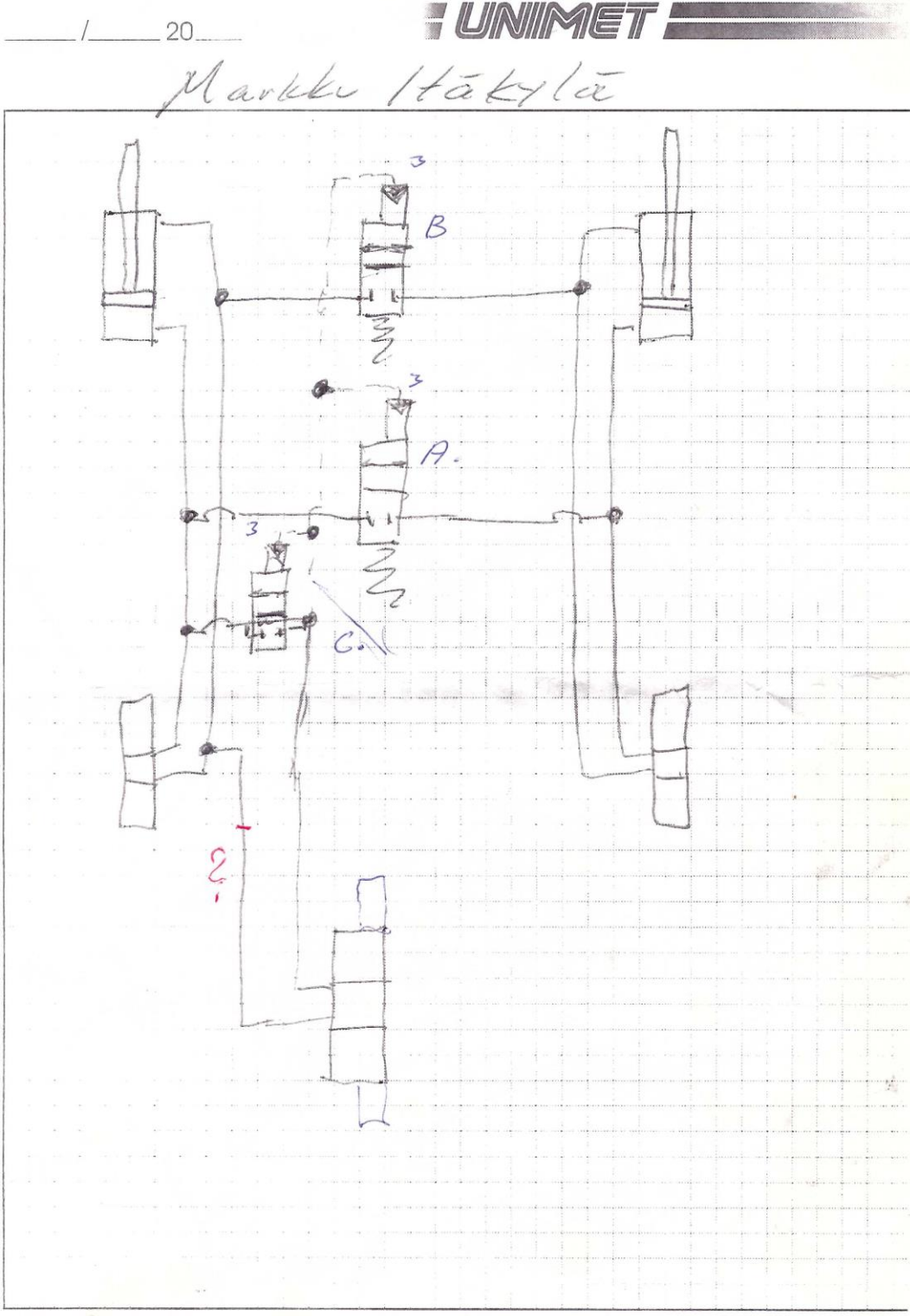
3/8 T-Liitin Haava 1/4  
Isoja nokka korkeita 3 kpl  
Pienia nokka korkeita 7 kpl

PiG Niä UKOS pikaliitin 3 kpl  
Seinät kiinnikkeet

Unimet Pori Oy Ojantie 11, PL 23, 28130 PORI  
Puhelin: (02) 631 7650 Telefax: (02) 635 2232

ISOJA DA UKOS VAINEN astotda pienempää





Moton sähköisesti esiohjattu magneettiventtiili LS-linjaan,  
pumpun herätykseen 3/2 venttiilille

Liite 7

Part Number: HY15-3501/US

### Technical Information

#### General Description

Spool Valves. For additional information see Technical Tips on pages SV1-SV6.


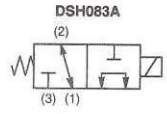
#### Features

- High flow capacity with reduced space requirements
- Standard valve bodies and common cavities
- One-piece encapsulated coils with minimal amperage
- Optional overrides, seal variations and other options available
- Dynamic seals
- Variety of coil terminations
- Polyurethane "D"-Ring eliminates need for backup rings
- Optional inserted jam-nut provides secure holding in high vibration applications
- All external parts zinc plated

#### Specifications

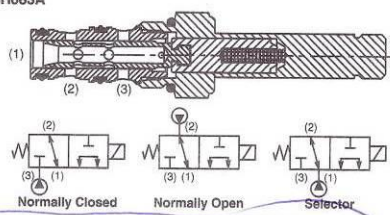
Rated Flow	<b>DSH083A</b>	N.O. 11.3 LPM (3.0 GPM)
		N.C. 7.5 LPM (2.0 GPM)
	Selector	7.5 LPM (2.0 GPM)
	<b>DSH083B</b>	N.C. 15.0 LPM (4.0 GPM)
		Selector 15.0 LPM (4.0 GPM)
	<b>DSH083C</b>	N.O. 15.0 LPM (4.0 GPM)
		Selector 15.0 LPM (4.0 GPM)
	<b>DSH083N</b>	N.O. 11.3 LPM (3.0 GPM)
		Selector 15.0 LPM (4.0 GPM)
Maximum Inlet Pressure	350 Bar (5000 PSI)	
Leakage at ISO SSU (32 cSt)	160 cc/min. (10 in <sup>3</sup> /min.) at 350 Bar (5000 PSI) DSH083B - 250 cc/min. (15 in <sup>3</sup> /min.)	
Minimum Operating Voltage	85% of rated voltage at 20°C (72°F).	
Response Time	50 ms	
Cartridge Material	All parts steel. All operating parts hardened steel.	
Operating Temp. Range/Seals	-45°C to +93.3°C ("D"-Ring) (-50°F to +200°F) -31.7°C to +121.1°C (Fluorocarbon) (-25°F to +250°F)	
Fluid Compatibility/Viscosity	Mineral-based or synthetic with lubricating properties at viscosities of 45 to 2000 SSU (6 to 420 cSt)	
Filtration	ISO Code 16/13, SAE Class 4 or better	
Approx. Weight	.13 kg (.28 lbs.)	
Cavity	C08-3 (See BC Section for more details)	
Form Tool	Rougher	NFT08-3R
	Finisher	NFT08-3F

### Spool Type, 3-Way Valve Series DSH083

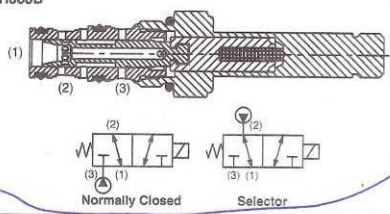



#### Construction/Symbols

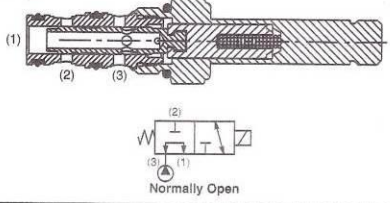
**DSH083A**



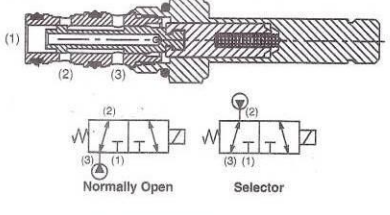
**DSH083B**



**DSH083C**



**DSH083N**



**CV** Check Valves

**SH** Shuttle Valves

**LM** Load/Motor Controls

**FC** Flow Controls

**PC** Pressure Controls

**LE** Logic Elements

**DC** Directional Controls

**MV** Manual Valves


**SV** Solenoid Valves

**PV** Proportional Valves

**CE** Coils & Electronics

**BC** Bodies & Cavities

**TD** Technical Data



SV78

Parker Hannifin Corporation  
Hydraulic Cartridge Systems

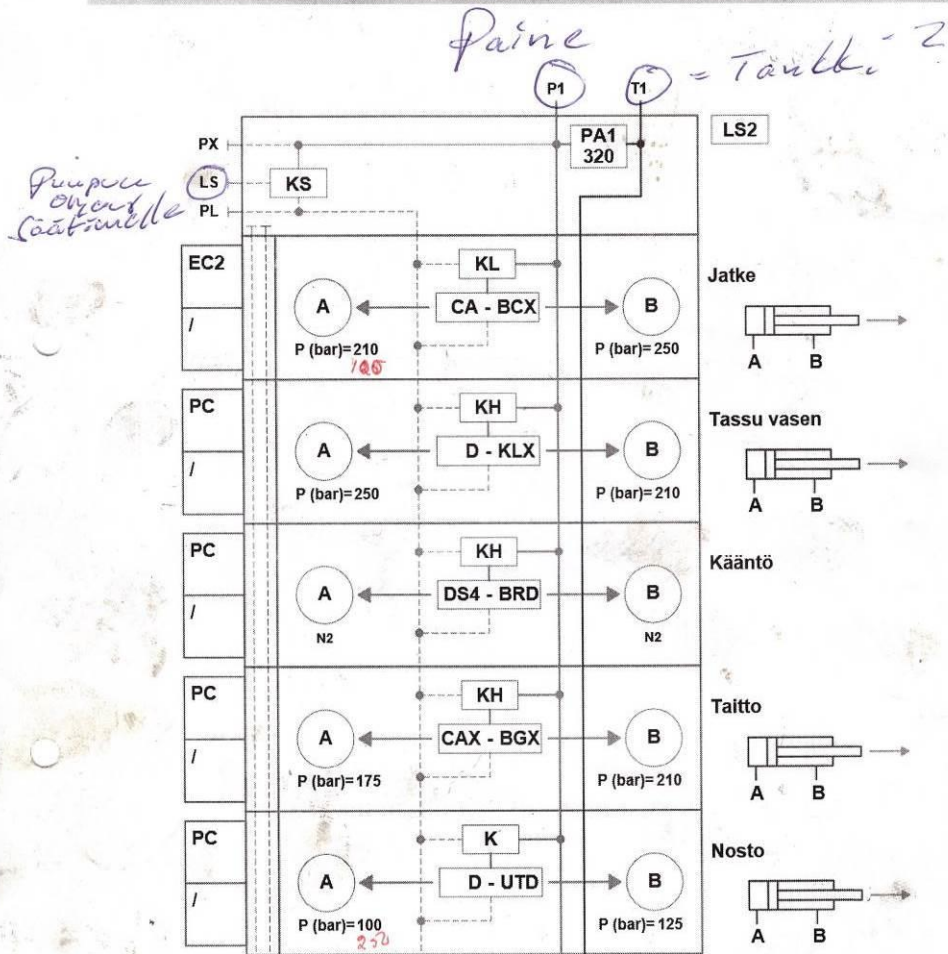
Venttiilipöydän hydraulikkakaavio 1

Liite 8



L90LS-07-12661-4

Unimet Pori Oy  
Status level:  
Configuration Locked



This report is automatically generated from the configuration database. Even though the software is revised and updated continuously, there is always the possibility of errors. Parker reserves the right to modify products without prior notice.

Parker Hannifin Manufacturing Sweden AB - MCDE

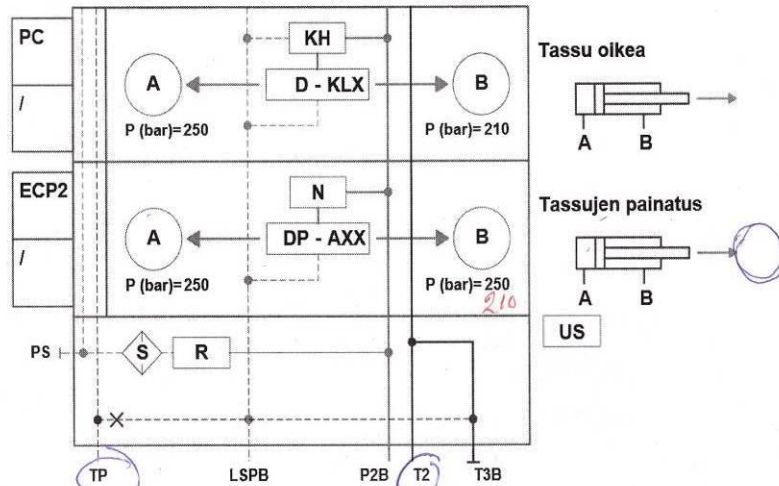
Printed: 2013-04-02

Page 1(2)



L90LS-07-12661-4

Unimet Pori Oy  
Status level:  
Configuration Locked

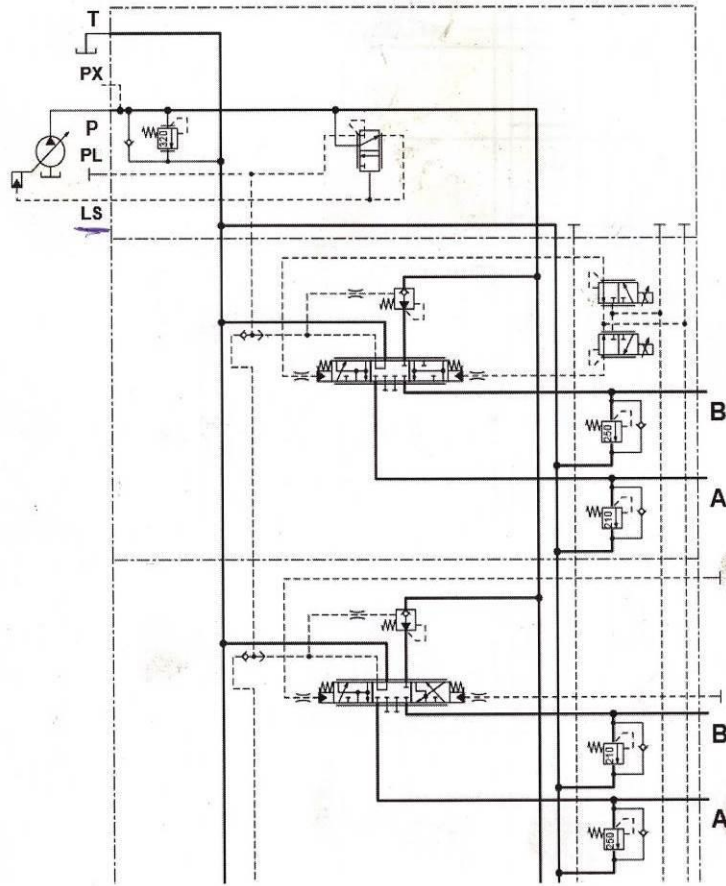


This report is automatically generated from the configuration database. Even though the software is revised and updated continuously, there is always the possibility of errors. Parker reserves the right to modify products without prior notice.



L90LS-07-12661-4

Unimet Pori Oy  
Status level:  
Configuration Locked



This report is automatically generated from the configuration database. Even though the software is revised and updated continuously, there is always the possibility of errors. Parker reserves the right to modify products without prior notice.

Parker Hannifin Manufacturing Sweden AB - MCDE

Printed: 2013-04-02

Page 1(3)

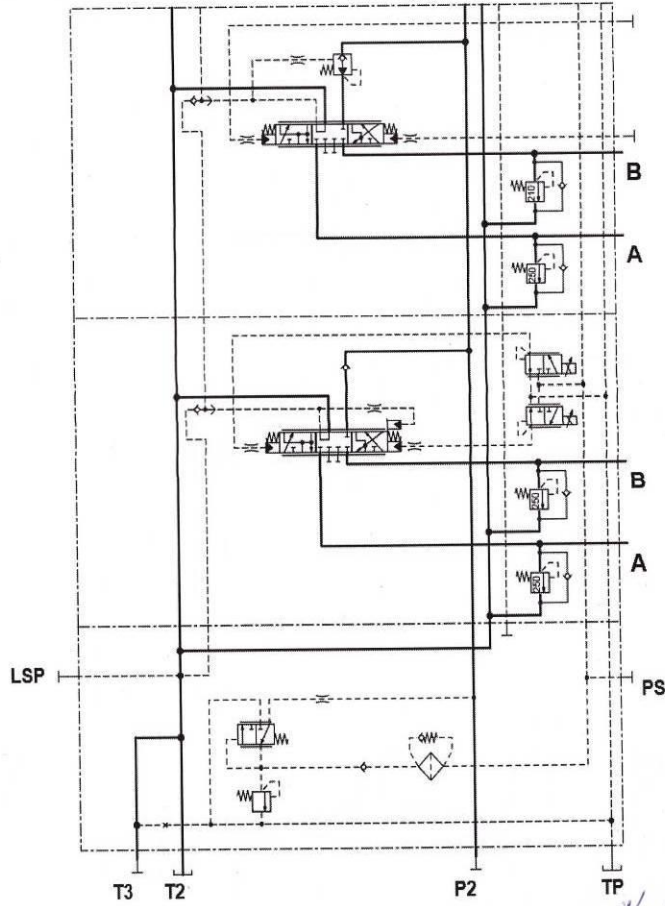
Venttiilipöydän hydraulikkakaavio 4

Liite 11



L90LS-07-12661-4

Unimet Pori Oy  
Status level:  
Configuration Locked



*Kalorien voko  
tankkian  
suoraa*

This report is automatically generated from the configuration database. Even though the software is revised and updated continuously, there is always the possibility of errors. Parker reserves the right to modify products without prior notice.

Parker Hannifin Manufacturing Sweden AB - MCDE

Printed: 2013-04-02

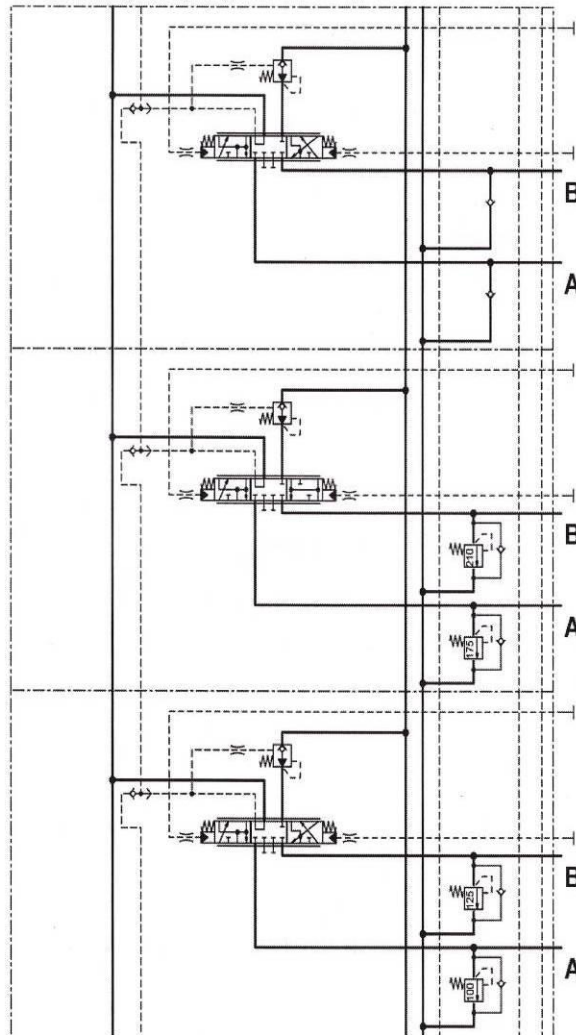
Page 3(3)





L90LS-07-12661-4

Unimet Pori Oy  
Status level:  
Configuration Locked



This report is automatically generated from the configuration database. Even though the software is revised and updated continuously, there is always the possibility of errors. Parker reserves the right to modify products without prior notice.

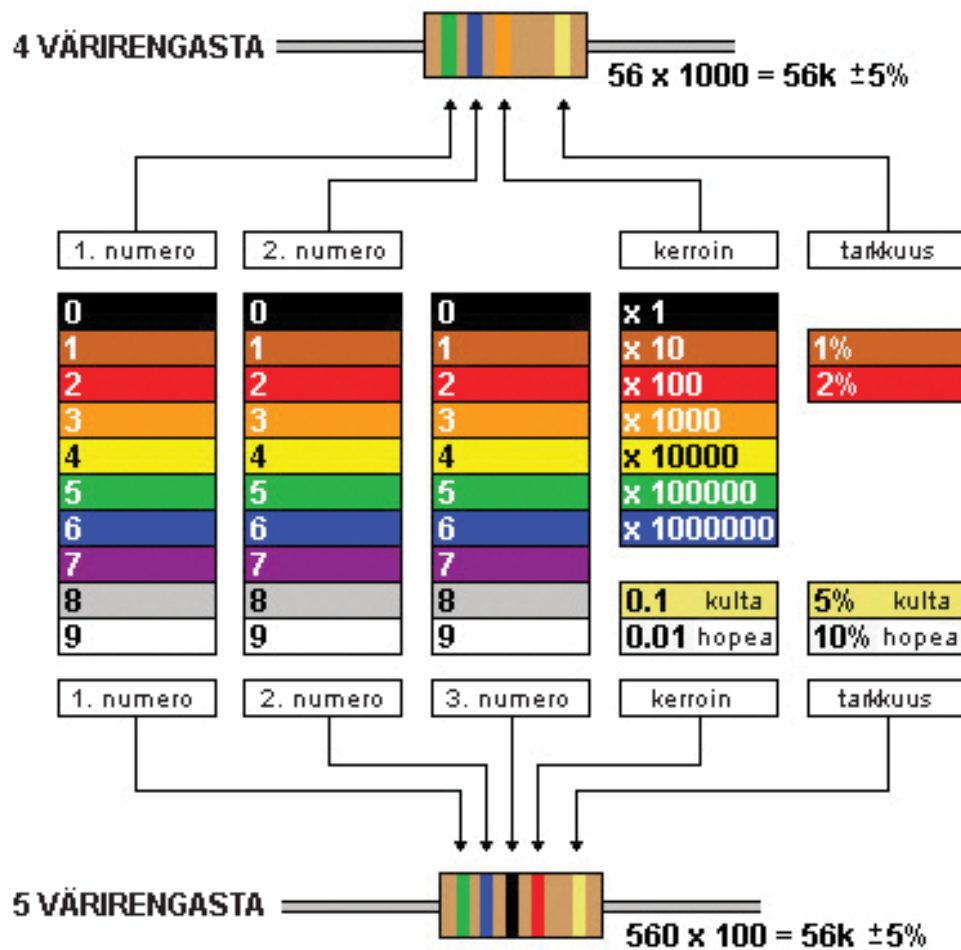
Parker Hannifin Manufacturing Sweden AB - MCDE

Printed: 2013-04-02

Page 2(3)

Taulukko sähkövastuksien viivakoodien ohmi arvojen määrittämiseen

Liite 13





## Valve Configuration

Customer: **Unimet Pori Oy**  
 Application:  
 Customer reference: Jouko Hesso  
 Customer product id:

**L90LS-07-12661-4**  
 Status level: **Configuration Locked**  
 Date: 2013-04-02  
 Created by: Kristian Kurucz

### General

Pos	Label	Option code
<b>Market Segement</b>		
D01	Market	XXX
D02	Market segment	XXX
<b>System Options</b>		
P01	Pump flow connected to the valve	90
P02	Max. Pressure Connected to the Valve	290
D25	Connecting up the System	SV
<b>Valve Options</b>		
P05	System voltage	24
P04	Port connections	G
P07	Surface treatment (paint):	P
P08B	Type of name plate	/
P08E	Valve variants	/
P08E1	Valve variants	/
P08E2	Valve brackets variant	/

### Inlet Section

Pos	Label	Option code
<b>Inlet Options</b>		
P15	Type of inlet	LS2
P16	Pressure relief options	PA1
P17	Pressure relief settings	320
P20	Load signal copy function	KS
P22	Pump blocking function	/
P25	Tank connection	T1
P26	Pump connection	P1
P29	Inlet section variant	/
P29C	Inlet section variant	/
P29D	Inlet section variant	/

This report is automatically generated from the configuration database. Even though the software is revised and updated continuously, there is always the possibility of errors. Parker reserves the right to modify products without prior notice.



## Valve Configuration

Customer: **Unimet Pori Oy**  
 Application:  
 Customer reference: Jouko Hesso  
 Customer product id:

**L90LS-07-12661-4**  
 Status level: **Configuration Locked**  
 Date: 2013-04-02  
 Created by: Kristian Kurucz

### Workport A

P55A	Pilot Signal Damping.	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
P75A	Setting of Feed Reducer.	0	0	0	0	0	0	0
P76A	Service Line Option.	210	250	N2	175	100	250	250
P89A	Work Port Variants	/	/	/	/	/	/	/
P89A1	Work Port Variants	/	/	/	/	/	/	/
P89A2	Work Port Variants	/	/	/	/	/	/	/

### Workport B

P55B	Pilot Signal Damping.	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
P75B	Setting of Feed Reducer.	0	0	0	0	0	0	0
P76B	Service Line Option.	250	210	N2	210	125	210	250
P89B	Work Port Variants	/	/	/	/	/	/	/
P89B1	Work Port Variants	/	/	/	/	/	/	/
P89B2	Work Port Variants	/	/	/	/	/	/	/

### System Functions

P88	Signal System Variant	/	/	/	/	/	/	/
P80	System Signal Lines.	/	/	/	/	/	/	/
P81	Individual LS-Connection.	/	/	/	/	/	/	/
P82	Two-Speed Function.	/	/	/	/	/	/	/
P85	Internal Connection of Workports.	/	/	/	/	/	/	/

### End Section

Pos	Label	Option code
<b>End Options</b>		
P30	Type of end section	US
P31	LS Connection. In	LSPB
P32	Pump Port, P2	P2B
P33	Counter pressure function	T2
P34	Tank Connection, T3	T3B
P37	Pilot Pressure	R
P39	Pilot Pressure Filtration	S
P40	Pilot Tank Port	TP
P44	End section variant	/
P44C	End section variant	/
P44D	End section variant	/