



OHJAAMOERGONOMIAN TARKASTELUA NYKYAIKAISESSA TRAKTORISSA

Teemu Pakonen

**Opinnäytetyö
Toukokuu 2010**

**Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Luonnonvara- ja ympäristöala**



**JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU**

Tekijä(t) PAKONEN, Teemu	Julkaisun laji Opinnäytetyö	
	Sivumäärä 133	Julkaisun kieli suomi
	Luottamuksellisuus <input type="checkbox"/>	
Työn nimi OHJAAMOERGONOMIAN TARKASTELUA NYKYAIKAISESSA TRAKTORISSA		
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) TURUNEN, Mika		
Toimeksiantaja(t) Valtra Oy Tuotehallinta, Äänekoski		
Tiivistelmä <p>Työn tavoitteena oli tarkastella nykyaikaisten maataloustraktoreiden ohjaamoergonomiaa tavallisen traktorinkäyttäjän näkökulmasta. Tutkimus toteutettiin ottamalla traktoreita koeajoon maatilan päivittäisiin työtehtäviin. Tutkimuksessa selvitettiin, kuinka hyvin nykyaikaisissa traktoreissa on otettu huomioon maanviljelijän ja urakoitsijan tarpeet ohjaamoiden ergonomialle.</p> <p>Tutkimuksen rajausta perustui työn tilaajan toiveisiin ohjaamoergonomian tutkimuksessa, josta työn lopullinen rajausta muodostui. Tutkimus rajattiin koskemaan traktoriohjaamoiden hallintalaitteita, mittaristoja ja ajotietokoneita. Mittauksissa käytettiin hyväksi eräitä ergonomisia apuvälineitä, joiden avulla haluttiin tarkastella kuljettajan työn tekemisen ergonomisia näkökohtia. Koeajot suoritettiin keväällä 2009 ja talvella 2010 Tyrnävällä sijaitsevalla maatilalla.</p> <p>Tutkimusosuudessa vertailtiin viiden traktorinvalmistajan uusimpia malleja. Länsimaiset traktorinvalmistajat näyttävät olevan tasavertaisia ohjaamosuunnittelussa, ja koneiden hallinnassa on panostettu mukavuuteen ja työturvallisuuteen ja otettu huomioon ergonomiset suositukset. Ohjaamoergonomian toteutuksen onnistumisessa valmistajat ovat kokonaisuutena tasaisia. Jokaisella merkillä on omat vahvuutensa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) traktorit, ohjaamot, ergonomia, käytettävyys, käytettävyystekniikka		
Muut tiedot Liitteenä tulokset Excel-taulukoin, 20 sivua		

Author(s) PAKONEN, Teemu	Type of Publication Bachelor´s Thesis	
	Pages 133	Language finnish
	Confidential <input type="checkbox"/> Until	
Title ANALYZING CABIN ERGONOMICS IN A MODERN AGRICULTURAL TRACTOR		
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and Rural Industries		
Tutor(s) TURUNEN, Mika		
Assigned by Valtra Inc. Product management, Äänekoski		
Abstract <p>The aim of the thesis was to analyze cabin ergonomics in modern agricultural tractors from the perspective of a regular tractor user. The study was carried out by using agricultural tractors in normal daily work at a farm. It was studied how well the farmers and contractors needs for cabin ergonomics have been taken into account.</p> <p>The study was predefined by the client. The essential study subjects were arm rests of the control devices, gauges and the on-board computers of the tractor. In the measurements phase some ergonomic utility devices, which were used to examine user comfort from ergonomic viewpoint during work were being used. The test drives were done during spring 2009 and winter 2010 at a farm located in Tyrnävä.</p> <p>The latest models of 5 tractor manufacturers were compared in the study. Western manufacturers seemed to be equal at designing cabins, and in designing machine controls the manufacturers had focused on comfort, work safety and had taken into account the ergonomic recommendations. The tractor manufacturers were level in the execution of cabin ergonomics. Every model had their own strengths and weaknesses.</p>		
Keywords tractors, cabins, ergonomics, usability engineering		
Miscellaneous Results are attached as Excel -sheet format, length 20 pages.		

SISÄLTÖ

Johdanto.....	8
1 Ergonomia ja käytettävyys	10
1.1 Ergonomia käsitteenä.....	11
1.1.1 Fyysinen ergonomia.....	12
1.1.2 Kognitiivinen ergonomia.....	12
1.1.3 Organisatorinen ergonomia.....	13
1.2 Ergonomian tavoitteet ja periaatteet.....	13
1.2.1 Ergonomian periaatteiden huomioonottaminen.....	14
1.2.2 Lain määräämät velvoitteet työpaikoilla	15
1.2.3 Standardit ja direktiivit	16
1.3 Ihmisen kognitiivinen toiminta.....	17
1.3.1 Kognitiivinen toiminta	17
1.3.2 Havaittavuus ja muisti	18
1.3.3 Ergonominen yhteensopivuus	20
1.3.4 Virheet toiminnassa.....	20
1.4 Käytettävyys	21
1.4.1 Käytettävyystekniikka.....	22
1.5 Käytettävyyden mittareita	23
1.5.1 Heuristinen arviointi.....	23
1.6 Käytettävyys lisää käyttäytyvyyttä	25
2 Asiakaskeskeinen suunnittelu	27
2.1 Tuotekehitys ja käyttäjät yhteistyössä.....	27
2.2 Käyttäjätutkimus ja tehtäväanalyysi	27
2.2.1 Osallistuva suunnittelu ja skenaarioajattelu	28
2.3 Käytettävyystutkimus.....	29
2.3.1 Käytettävyysmenetelmiä	30
3 Ohjaamoergonomia ennen ja nyt	31
3.1 Ohjaamoergonomian historiaa.....	32
3.1.1 Ihmisen ja koneen vuorovaikutus	32
3.1.2 Kuljettajan paikka	33
3.1.3 Valmet ohjaamoergonomian kehittäjänä	33
3.1.4 Valmet 900.....	35
3.1.5 Ergonomiamalli Valmet 502	35

3.1.6	Volvo BM Valmet.....	36
3.1.7	Mezzo–Mega ergonomiasarjat.....	38
3.2	Uuden vuosituhannen ohjaamot.....	39
3.2.1	Valtran S -sarja.....	39
3.2.2	Nykyajan trendit ohjaamoergonomiassa.....	40
4	Ergonomiatutkimus traktorin ohjaamoissa.....	41
4.1	Laitteiden ergonomisia vaatimuksia.....	41
4.2	Ajotietokoneet ja mittaristot.....	42
4.2.1	Tarkkaavaisuus.....	42
4.2.2	Tiedon käsittely.....	43
4.2.3	Käyttöominaisuuksien näkyvyys.....	43
4.2.4	Tiedon havaitseminen näyttölaitteissa.....	43
4.2.5	Merkkivalot ja äänet.....	44
4.3	Hallintalaittekyynärnojat.....	45
4.3.1	Ohjaimien fysiikkaa.....	45
4.3.2	Oikea ajoasento ergonomian perustana.....	48
4.3.3	Ohjainten muotoilulla parempaa käytettävyyttä.....	49
4.3.4	Virheiden esto.....	50
4.3.5	Ohjainten sijoittelu.....	50
5	Koeajot.....	51
5.1	Miten mallit valittiin?.....	51
5.1.1	Valtra T132 Direct.....	52
5.1.2	John Deere 7530 E Autopowr.....	53
5.1.3	Fendt 820 Varjo TMS.....	54
5.1.4	Massey Ferguson 7485 DynaVT.....	55
5.1.5	New Holland T6070 PowerCommand.....	56
5.2	Koeajojen suunnittelu ja toteutus.....	57
5.3	Testausmenetelmät.....	59
5.4	Testausvälineet.....	60
6	Koeajot.....	62
6.1	Valtra T 132 Direct.....	62
6.1.1	Selkeälukuinen mittaristo.....	63
6.1.2	Kattava ajotietokone kahdessa näytössä.....	65
6.1.3	Hallintalaittekyynärnoja.....	67

6.1.4	Valtran Koeajotuntumia	69
6.2	John Deere 7530 E AutoPowr	71
6.2.1	Yleiset ensivaikutelmat	72
6.2.2	Selkeästi toteutettu mittaristo	73
6.2.3	Monipuolinen ajotietokone.....	75
6.2.4	Kyynärnojaergonomia	76
6.3	Fendt 820 Vario TMS	79
6.3.1	Ensivaikutelmat	80
6.3.2	Täysin digitaalinen mittaristo	81
6.3.3	Värikäs Varioterminal	83
6.3.4	Mukavaa hallintaa joystickilla	85
6.3.5	Jälkipohdintoja	87
6.4	Massey Ferguson 7485 DynaVT	88
6.4.1	Mittaristo ja ajotietokone koetaulussa	90
6.4.2	Kaksijakoinen informaatiokeskus	91
6.4.3	Kyynärnojassa tärkeimmät ohjaustoiminnot.....	94
6.5	New Holland 6070 Power Command.....	96
6.5.1	Eriaiset lähtökohdat testaukseen.....	97
6.5.2	Perinteinen ja toimiva perusmittaristo	98
6.5.3	Ajotietokone mittariston ohessa	99
6.5.4	Vastapainona mukava hallintalaitekyynärnoja.....	101
6.5.5	Asiallinen kokonaisuus.....	103
7	Tulospohdintaa	103
7.1	Ei koeajoja ilman ongelmia	105
7.2	Millaiset ajatukset koeajojen jälkeen.....	106
8	LÄHTEET	111
	LIITTEET	113
	Liite 1 Käyttöliittymät, John Deere.....	113
	Liite 2 Käyttöliittymät John Deere.....	114
	Liite 3 Käyttöliittymät, Fendt.....	115
	Liite 4 Käyttöliittymät, Fendt.....	116
	Liite 5 Käyttöliittymät, Massey Ferguson.....	117
	Liite 6 Käyttöliittymät, Massey Ferguson.....	118
	Liite 7 Käyttöliittymät, New Holland.....	119

Liite 8 Käyttöliittymät, New Holland	120
Liite 9 Käyttöliittymät, Valtra	121
Liite 10 Käyttöliittymät, Valtra	122
Liite 11 Mittaristo, John Deere	123
Liite 12 Mittaristo, Fendt.....	124
Liite 13 Mittaristo, Massey Ferguson.....	125
Liite 14 Mittaristo, New Holland.....	126
Liite 15 Mittaristo, Valtra.....	127
Liite 16 Hallintalaittekyynärnoja, John Deere	128
Liite 17 Hallintalaittekyynärnoja, Fendt.....	129
Liite 18 Hallintalaittekyynärnoja, Massey Ferguson	130
Liite 19 Hallintalaittekyynärnoja, New Holland	131
Liite 20 Hallintalaittekyynärnoja, Valtra	132
Liite 21 Ajotietokoneiden ominaisuudet.....	133

KUVIOT

KUVIO 1 . Kuljettajan istuin traktorissa suunnitellaan ergonomian periaatteet huomioon ottaen.....	16
KUVIO 2 . Traktorinohjaamon sivupaneelissa käytetään värikoodattuja hallintalaitteita parantamiseksi.....	19
KUVIO 3 . Hallintalaittekyynärnoja suunnitellaan traktorin käyttäjien työtehtäviin sopivaksi.....	23
KUVIO 4 . Valmet 900 turvaohjaamo.	35
KUVIO 5 . Valmet 502 -mallissa kuljettajan työskentelyoloihin oli kiinnitetty huomiota.....	36
KUVIO 6 . Pohjoismainen traktori yhdisti kahden valmistajan ergonomiosaamisen.	37
KUVIO 7 . Valmet Mezzo 6000 -sarja sai Pro Finlandia muotoilupalkinnon vuonna 1992.....	38
KUVIO 8 . Valmet Mega-Mezzo ohjaamossa istuin kääntyi 180 astetta.	39
KUVIO 9 . Valtran S -sarja loi Valtralle uuden vuosituhatvuotisen muotoilun.	40
KUVIO 10 . Massey Ferguson 7400 -sarjan ohjaamo varustettuna ajotietokoneella ja hallintalaittekyynärnojalla.	41

KUVIO 11 . Valtra Direct koeajokoneessa tärkein informaatio esitetään analogisessa muodossa. Digitaalimittaristo on lisätiedolle.	44
KUVIO 12 . Case IH Puma CVX traktorin kyynärnoijassa melkein kaikki toiminnot on keskitetty kyynärnoijaan.....	45
KUVIO 13 . Valtra Directin kyynärnoijan joystickillä on hyvä ohjausvaste etukuormaajakäytössä.	46
KUVIO 14 . Nykyaikainen ilmajousitettu istuin on säädöiltään monipuolinen. (Kuva: Valtra Oy).....	49
KUVIO 15 . Valtra T132 Direct on tehtaan prototyyppi.	53
KUVIO 16 . John Deere 7530E Premium	54
KUVIO 17 . Fendt 820 Varjo TMS	55
KUVIO 18 . Massey Ferguson 7485 DynaVT	56
KUVIO 19 . New Holland 6070 Power Command	57
KUVIO 20 . Tilalla käytössä olleet T 132 Direct ja N 121 Advance palaneen hallin pohjalaatalla.....	59
KUVIO 21 . Kuvassa vasemmalta oikealle, Nihkeä pintamatto, nihkeät käsineet, rannetuki, kyynärtuki.	61
KUVIO 22 . Ensimmäisenä Valtralla kokeiltiin tasaustöitä takalanalla.....	63
KUVIO 23 . Mittaristo on perinteikkään selkeälukuinen.....	63
KUVIO 24 . Luettavuutta heikentää paksukehäinen ohjauspyörä. Mittaristovalaistus on miellyttävä.	64
KUVIO 25 . Ajotietokoneen digitaaliset näytöt sijaitsevat koetaulussa.	66
KUVIO 26 . Hallintalaittekyynärnoijasta löytyvät myös ajotietokoneen valinnaiset näyttötilat.	67
KUVIO 27 . Valtra Arm -kyynärnoijan toiminnot. (Kuva: Valtra Oy)	68
KUVIO 28 . Valtra perunamaalla äkeen edessä.....	70
KUVIO 29 . Valtralla suoritettiin siirtoajoa maanajo- sekä perunakärryillä.....	71
KUVIO 30 . FieldStar satelliittiohjaukseen perustuvaa täsmäviljelyjärjestelmää päästiin kokeilemaan John Deeressä.....	72
KUVIO 31 . JD: n ohjaamo on toteutukseltaan moderni.	73
KUVIO 32 . Mittariston muotoilu on onnistunut. Ohjauspyörä ei häiritse näkökenttää.....	74
KUVIO 33 . Traktoriterminaalista ohjataan keskitetysti toimintoja.	75

KUVIO 34 . Kyynärnojan ja terminaalin kytkimet ovat selkeästi ryhmitettynä omassa ryhmässään.	77
KUVIO 35 . Ranteen asentoa joutuu pyörittämään eri hallintalaitteisiin. Karhealla matolla sivutuki saatiin pitävämmäksi.....	78
KUVIO 36 . Saksalaiset veljekset yhteiskuvassa.....	79
KUVIO 37 . Fendtin ohjaamo on yleisilmeeltään hieman vanhahtava.	81
KUVIO 38 . Digimittaristo sai kuljettajilta negatiivisen palautteen.....	82
KUVIO 39 . Lämmityslaitteen säätimet on sijoitettu hankalasti koetaulun sivuun.....	83
KUVIO 40 . Varioterminal näytöstä voidaan valita lukuisia toimintoja säädettäväksi.	84
KUVIO 41 . Varioterminalissa ohjaustoiminnot on ryhmitetty ohjauspainikkeiden mukaisesti.	85
KUVIO 42 . Sivupaneeli ja kyynärnoja ovat hyvin ulottuvilla.....	86
KUVIO 43 . Monitoimijoystickissa käden asento on rento ja luonnollinen. Rannetuella asento säilyy samana.....	87
KUVIO 44 . Fendtin ominaisuuksia kokeiltiin muun muassa takalanan ja perunakärryn kanssa.....	88
KUVIO 45 . Puolen metrin lumivaipan auraamisessa MF joutui heti tositoimiin.	89
KUVIO 46 . Suurikehäinen ohjauspyörä antaa mittaristoon hyvän näkyvyyden.	90
KUVIO 47 . Selkeä mittaristopaneeli heijasteli paljon.....	91
KUVIO 48 . Yövalaistus on onnistunut. Mittariston digitaalimittareita ohjataan alakulmassa näkyvillä kalvonäppäimillä.	92
KUVIO 49 . Kuvassa olevalla Datatronic 3 -ajotietokoneella MF: n tulokset olisivat täysin vertailukelpoiset.	93
KUVIO 50 . Ajotietokoneen säätövalikot ovat täynnä pienellä fontilla olevaa tietoa.....	93
KUVIO 51 . MF: n kyynärnojan ja sivupaneelin hallintalaitteet ovat selkeät ja hyvin erotellut.	94
KUVIO 52 . Hallintalaitteet ovat hyvin käden ulottuvilla.	96
KUVIO 53 . Myös New Holland oli uutuuttaan kiiltävä.	97

KUVIO 54 . Mittaristo on yleisilmeeltään perinteinen. Ajotietokoneen ohjaimet on ryhmitelty yläpaneeliin.	98
KUVIO 55 . Ajotietokoneen painikkeet	99
KUVIO 56 . Vaihteistoinformaatiolle on näyttö sivupaneelissa.	101
KUVIO 57 . Hallintalaittekyynärnoja on monimutkaisesti toteutettu, mutta melko toimiva. Oranssi sauva on vaihteiston ja nostolaitteen ohjaukselle.	102
KUVIO 58 . Hallintalaitteisiin yltää hyvin yhdeltä otteelta.	103
KUVIO 59 . Testikoneiden testausjaksolla myös koneiden pakkasominaisuudet punnittiin.	106

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Tasaiset traktorit jakoivat sijoituksia keskenään.....	104
--	-----

Johdanto

Valtra Oy traktoritehdas toimii Äänekosken Suolahdessa. Tehtaan toimialana on maataloustraktoreiden suunnittelu, valmistus sekä markkinointi. Valtran kotimaisia traktoreita viedään eri puolille maailmaa. Valtra on osana yhdysvaltalaisista globaalia AGCO-yhtymää, joka on maailman kolmanneksi suurin maatalouskoneita ja -laitteita valmistava konserni. Valtran mallistojen tuotekehityksestä vastaa Suolahden tehtaalla sijaitseva oma tuotekehityskeskus.

Maataloustraktorit ovat maatalouden ja koneurakoinnin työvälineitä, joilla voidaan suorittaa monipuolisia työtehtäviä. Traktoreiden kehitys on tuonut traktorin käyttämisen mahdolliseksi kaikenlaisiin töihin soveltuvana yleiskoneena. Nykyaikainen suurikokoinen maataloustraktori on myös teknisesti pitkälle kehittynyt laite, jonka hallinta vaatii monipuolista alan osaamista ja teknistä laitteiston tuntemusta. Työn tehokkuuden ja turvallisuuden maksimoiminen edellyttää, että työskentely-ympäristö on käyttäjälleen tarkoituksenmukainen, mukava ja turvallinen. Traktorinkuljettajan työympäristönä on traktorinohjaamo lukuisine hallintalaitteineen. Ohjaamoergonomialla ja hallintalaitteiden tarkoituksenmukaisella käytöllä traktorin ohjaaminen pyritään tekemään ihmiselle mahdollisimman helpoksi. Traktorinvalmistajat ovat vuosikausien ajan kehittäneet uusia ohjaamoergonomiaa parantavia ratkaisuja. Työergonomiaan, työoloihin ja työssä jaksamiseen panostetaan tulevaisuudessa voimakkaammin, koska suurilla traktoreilla tehdään pidempiä työpäiviä monipuolisempien työtehtävien parissa.

Opinnäytetyöni aiheen valinta ja rajaaminen muodostui toimiessani työharjoittelijana Valtran tuotekehityskeskuksessa. Työtä suunnitellessa tilaaja kertoi toivomukset tutkimuskohteista, joista muodostui aiheen rajausta työlle. Keskeisinä tutkimuskohteina tässä työssä ovat traktoriohjaamoiden hallintalaitteet, mittaristot ja käyttöliittymät. Käytännössä tämä tarkoittaa hallintalaitteiden, mittaristojen ja ajotietokoneiden tutkimista ja vertailua keskenään. Ohjaamoergonomiaa käsitellään käytännönläheisellä

lähestymistavalla. Traktoreita otettiin maatilalle koeajoon testiä varten. Raportointi suoritetaan tutkimustavalla, jonka tulokset koostuvat traktorin koeajajien ja käyttäjien kokemuksista sekä palautteesta käytännön töissä. Koeajojen tulokset raportoidaan tutkimusosuudessa.

Ihminen käyttää traktoria työssään fyysisten ja psyykkisten toimintojensa avulla. Päätteessään seuraavan liiketoiminnon koneelle ihminen antaa komennon fyysiselle työsuoritukselle, jonka jälkeen hän suorittaa säätöjä, mitkä perustuvat hänen aistivaraisiin kognitiivisiin havaintoihinsa. Fyysisen ja kognitiivisen ergonomian sujuva aikaansaaminen edellyttää tarkoituksenmukaiseksi kehitettyä käyttöympäristöä.

Tutkimuksessa tavoitteena on selvittää traktoreiden ohjaamoissa huomioitu fyysisen ja kognitiivisen ergonomian onnistuminen tavallisen traktorin käyttäjän näkökulmasta katsottuna. Koeajoilla halutaan kokeilla erilaisilla ergonomian apuvälineillä, millaisiin asioihin tavallinen koneen käyttäjä voisi kiinnittää huomiota käyttäessään traktoria. Vertailemalla eri valmistajien tuotteita tuodaan esiin näkökulmia ja vaihtoehtoisia ratkaisuja ergonomian tavoitteiden toteutuksista. Millaiset ratkaisut osoittautuvat parhaaksi esimerkiksi mittariston tietojen esittämiseen selkeästi? Toisaalta kokeillaan, pystyykö käden luonnollista liikettä käyttämään kyynärnojan hallintalaitetoiminnoissa? Mitkä ratkaisut valmistajien toteutuksista ovat parhaita traktorin käyttäjän kannalta katsottuna? Keskeisiä käsitteitä tässä työssä ovat traktorin hallintalaitteiden ergonominen sopivuus ja helppokäyttöisyys ihmisen fysiikalle. Käyttämällä fyysisiä kokeilulaitteita tutkitaan, kuinka hallintalaitteet on tehty sopiviksi ihmisen fyysisiä ja psyykkisiä ominaisuuksia ajatellen. Tulevatko ergonomiset näkökohdat huomioituiksi?

1 Ergonomia ja käytettävyys

Ergonomialla ja käytettävyydellä on suuri merkitys kaikenlaisissa arkipäivän askareissamme. Tätä kuvaa hyvin seuraava lainaus Normanilta (1991):

Kun et seuraavalla kerralla pysty heti selvittämään, miten motellin suihku tai vieras televisio tai liesi toimi, muista, että ongelma johtuu suunnittelusta. ja kun seuraavan kerran otat vieraan esineen käteesi ja käytät sitä sulavasti ja vaivattomasti ensi yrittämällä, pysähdy tutkimaan sitä. Helppokäyttöisyys ei ollut sattumaa. Joku suunnitteli esineen huolellisesti ja hyvin.

Väyrynen, Nevala ja Päivinen (2004) ovat käsitelleet teoksessaan ”Ergonomia ja käytettävyys suunnittelussa” laajasti ergonomian periaatteita käytettävyydessä. Ergonomia- ja käytettävyysosaamisen tavoitteena on saavuttaa paras mahdollinen yhteensopivuus tuotteen ja sen käyttäjän välillä siinä tehtävässä, jossa tuotetta varsinaisesti käytetään. Tuotteen ergonomisen ja käytettävyysteknisen korkeatasoisuuden tulee hyödyttää niin tuotteen käyttäjiä kuin valmistajia.

Käyttäjäkeskeinen suunnittelu on tärkeimpiä lähtökohtia suunniteltaessa uutta tuotetta. Suunnitteluun tarvitaan tietoa ihmisestä tuotteen käyttäjänä. Tuotekehitysprosessiin ja suunnitteluun käyttäjien mukaan ottaminen varmistaa yleensä ergonomisesti onnistuneen lopputuloksen. Käyttäjäkeskeisyys tuotekehityksessä edellyttää tietoa käyttäjästä sekä toisaalta käyttäjän tekemää tuotteen käyttökokeilua ja hänen antamaa palautettaan. Tietotaito ergonomian ja käytettävyyden saralla antaa taloudellista lisäarvoa työpaikalle. Käyttäjäkeskeinen suunnittelu vaatii panostusta yrityksiltä. Kuitenkin sillä saavutetaan ennen pitkää säästöjä, esimerkkinä parantunut myynti ja tuotteen menekki. (Väyrynen, Nevala & Päivinen 2004, 15.)

Traktorin käyttämisessä traktori, kone ja kuljettaja tekevät yhteistyötä. Oikeilla ohjaamojärjestelyillä saadaan tarpeemme mukaiset olosuhteet kuljettajalle. Ergonomia-nimitys on tuttu myös nykyajan traktoriteollisuudelle. Määritelmä ”human engineering” kuvaa koneen rakentamista ihmisen ehdoilla. Ergonomia huomioiden koneen suunnittelussa pyritään kone suunnittelemaan ihmisen

käytettäväksi eikä päinvastoin. Lopputulos onnistuneeseen ohjaamosuunnitteluun on se, kuinka ohjaamon suunnittelu on onnistunut käyttäjän näkökulmasta katsottuna. Vaikka traktori olisi teknisesti edistynyt, niin kone ei ole onnistunut, jos sitä ei ole rakennettu kuljettajan työympäristö huomioiden. Ohjaamon hallintalaitteet ja kuljettajan työympäristö on hyvä toteuttaa ihmisen ehdoilla.

Tutkimuksissa on todettu, että ihminen pystyy käyttämään jatkuvassa työssä ainoastaan 15 % omasta huippusuorituskyvystään. Työn rasituksen ylittäessä tämän rajan seurauksena on väsymys ja keskittymiskyvyn heikkeneminen. Kuljettajan viihtyvyyden ja työolojen kannalta olennaista on kiinnittää huomiota oikeaan työasentoon. Huomion keskipisteenä pitää olla keskittyminen työasentoon, hallintalaitteiden liikesuuntiin ja liikuttamiseen tarvittavan voiman suuruuteen. Oikealla ohjaamoergonomialla varustetulla koneella kuljettaja voi keskittyä paremmin työhönsä ja säätää helposti traktorin ja työkoneen toimintaa. (Niskanen 2000, 190 – 191.)

1.1 Ergonomia käsitteenä

Suomen Ergonomiayhdistys on hyväksynyt suomenkielisen käännöksen kansainvälisen ergonomiajärjestön, IEA:n vuonna 2000 hyväksymästä englanninkielisestä ergonomian määritelmästä.

Ergonomia tarkastelee tieteenalana ihmisen ja toimintajärjestelmän muiden osien vuorovaikutuksia ja soveltaa ammattialana ergonomian teoreettisia periaatteita, tietoja ja menetelmiä ihmisen hyvinvoinnin ja toimintajärjestelmän tehokkuuden optimoimiseksi.

Ergonomian soveltajat, ergonomit, edistävät työn, menetelmien, työvälineiden, tuotteiden, organisaatioiden, toimintajärjestelmien ja – ympäristöjen suunnittelua, toteuttamista ja arviointia ihmisten tarpeiden, kykyjen ja rajoitusten mukaisesti.

Ergonomia on tietoa, jonka tarkoituksena on sopeuttaa teknistä ympäristöä vastaamaan ihmisen ominaisuuksiin. Se huomioi ihmisen elimistön ja käyttäytymisen yksityiskohdat teknisissä ratkaisuissa. Ensimmäisessä ergonomialla on merkitystä työpaikkojen, -menetelmien ja -välineiden suunnittelussa sekä käytössä. Kuitenkin sitä myös tarvitaan kaikissa ihmisen elinympäristöissä, joissa on käytössä teknisiä välineitä. (Saari 1982, 8)

1.1.1 Fyysinen ergonomia

Fyysinen ergonomia tarkastelee ihmisen anatomisia, antropometrisia, fysiologisia ja biomekaanisia ominaisuuksia fyysisessä toiminnassa. Keskeisiä ovat työasennot, materiaalin käsittely, toistoliikkeet, työperäiset tuki- ja liikuntaelinsairaudet sekä turvallisuus ja terveys. (What is ergonomics? 2010.)

Koneteknologian tutkimuksessa fyysinen ergonomia on olennaisena osana, kun tutkitaan koneiden ohjaamien suunnittelua koneiden käyttäjien fyysisiä vaatimuksia ajatellen. Traktoreissa fyysiseen ergonomiaan kiinnitetään huomiota erityisesti työturvallisuudessa sekä ohjaamoviihtyvyydessä. Ihmisen ergonomiset tarpeet tulevat huomioiduiksi turvallisilla ratkaisuilla, jotka samalla tuovat käyttäjälle työturvallisuutta ja käyttömukavuutta toimintaympäristössä.

1.1.2 Kognitiivinen ergonomia

Kognitiivinen ergonomia lähestyy ihmisen psyykkisiä toimintoja, kuten havaintokykyä, muistia, päättelyä ja motorisia vasteita, ihmisen ja muun toimintajärjestelmän osien vuorovaikutuksessa. Keskeisiä aiheita ovat: psyykinen kuormitus, päätöksenteko, taitosuoritukset, ihminen-tietokonevuorovaikutteisuus, inhimillisen toiminnan luotettavuus, työstressi ja koulutus. (What is ergonomics? 2010.)

Moderneissa maatalouskoneissa käyttäjä tarvitsee tietoa ja tuntemusta koneen toiminnasta työsuorituksen onnistumiseksi. Koneen käyttäjä saa tiedon erilaisista mittareista sekä merkinantolaitteista. Kognitiivinen ergonomia käsittelee psyykkisen käyttömukavuuden tutkimusta. Keskeiset aiheet

koneiden suunnittelussa ovat informaation havaitsemisen käyttömukavuus ja siitä johtuvan komennon perille vieminen.

1.1.3 Organisatorinen ergonomia

Organisatorinen ergonomia liittyy sosiotekniseen järjestelmään. Siihen sisältyvät organisaatorakenteet, menettelytavat ja prosessit. Keskeisiä aiheita ovat: viestintä, henkilöstöhallinto, työn muotoilu, työaikojen järjestely, tiimityö, osallistuva suunnittelu, yhteistoiminta, uudet työmallit, virtuaaliorganisaatiot, etättyö ja laatujohtaminen. (What is ergonomics? 2010.)

1.2 Ergonomian tavoitteet ja periaatteet

Ergonomian avulla kehitetään työtä ja työoloja vastaamaan työntekijän fyysisiä, psyykkisiä ja sosiaalisia ominaisuuksia ja tarpeita. Oleellista kehittämiselle ovat suunnitteleminen ja korjaavat toimenpiteet. Ergonomialla pyritään edistämään työkykyä ja terveyttä sekä ammatillista osaamista, työn tuottavuutta sekä laatua. (Lindberg 1997, 2.)

Saari (1982) on puolestaan käsitellyt ergonomian työsuojelullista näkökulmaa. Ergonomian tavoite nähdään siten, että ihmisen ja työympäristön sopeuttaminen mahdollistaa ihmisen optimaalisen kuormittumisen työssä. Loukkaantumisriski on pienempi ja työn tehokkuus maksimoitu. Ergonomialla ei ainoastaan torjuta työn negatiivisia vaikutuksia, vaan pyritään saamaan aikaan myös positiivisia vaikutuksia. (Saari 1982, 9.)

Saaren mukaan ergonomiselle sovellukselle tulee laatia myös alatavoitteita. Siten muodostetaan tavoitehierarkia, jossa tavoitteet vähitellen operationalisoituvat eli ne esitetään mitattavassa muodossa. Vertaamalla alimman tason alatavoitteita ylemmän tason tavoitteisiin saadaan arvio päätavoitteen toteutumisesta eli mitataan tehdyn ratkaisun onnistuminen. (Saari 1982, 11.)

1.2.1 Ergonomian periaatteiden huomioonottaminen

Ergonomian noudattamiseksi on luotu ohjeita sekä lakeja ja asetuksia. Traktoreiden suunnittelussa sekä tässä opinnäytetyössä pätevät hyvin seuraavat ergonomian periaatteet, joita Väyrynen ja muut (2004) ovat todenneet:

- Otetaan huomioon ergonomiset periaatteet käyttäjään kohdistuvan henkisen tai fyysisen rasituksen tai rasittavuuden pienentämiseksi. Näin luotettavuus paranee ja virheitä tulee vähemmän.
- Otetaan huomioon käyttäjäryhmän todennäköiset mitat, voimat ja asennot, liikkeiden laajuus ja jaksoittaisten toimien laajuus.
- Otetaan huomioon kaikki ”käyttäjä-kone” rajapinnan osat, kuten ohjaimet ja merkinanto- tai tiedonnäyttölaitteet. Ne ovat helposti ymmärrettäviä, jotta ne mahdollistavat käyttäjän ja koneen välillä selkeän ja yksiselitteisen vuorovaikutuksen.
- Kuormittavia asentoja ja liikkeitä vältetään työn aikana.
- Koneet suunnitellaan sellaisiksi, että niiden toimintoja voidaan käyttää helposti ottaen huomioon ihmisten voimankäytön tarve, ohjaimiin vaikuttaminen sekä yläraajan ja alaraajan rakenne.
- Vältetään melua, tärinää ja lämpöä.
- Varustetaan kone säädettävällä kohdevalaistuksella. Vältetään välkkymistä, häikäisyä, varjoja ja stroboskooppivaikutuksia, jos ne voivat aiheuttaa riskiä.
- Hallintalaitteet ja ohjaimet valitaan, sijoitetaan ja tehdään tunnistettaviksi siten, että niiden käyttäminen ei voi aiheuttaa lisäriskiä.

- Ohjainten tulee olla ergonomisten periaatteiden mukaisesti järjestettyjä, niiden sijoitus, liike ja käyttövastus ovat yhteensopivia suoritettavan toiminnon kanssa.
- Valitaan, suunnitellaan ja sijoitetaan mittarit, numerotaulut ja näytöt siten, että ne sopivat yhteen ihmisen havaintokyvyn kanssa ja että käyttäjä voi nähdä niiden näyttämän ohjauspaikalta.

1.2.2 Lain määräämät velvoitteet työpaikoilla

Työturvallisuuslain (738/2002) viidennessä luvussa on määritelty työpaikan ergonomiavaatimuksia. Nämä pätevät hyvin myös traktoreiden ohjaamoergonomian kehittämistavoitteisiin. Traktorinkuljettajan työpiste on traktorin ohjaamo (kuvio 1).

24§ Työpisteen rakenteet ja käytettävät työvälineet on valittava, mitoitettava ja sijoitettava työn luonne ja työntekijän edellytykset huomioon ottaen ergonomisesti asianmukaisella tavalla. niiden tulee mahdollisuuksien mukaan olla siten säädettävissä ja järjestettävissä sekä käyttöominaisuuksiltaan sellaisia, että työ voidaan tehdä aiheuttamatta työntekijän terveydelle haitallista tai vaarallista kuormitusta. lisäksi on huomioitava, että:

- 1) *Työntekijällä on riittävästi tilaa työn tekemiseen ja mahdollisuus vaihdella työasentoa;*
- 2) *Työtä kevennetään tarvittaessa apuvälineillä;*
- 3) *Terveydelle haitalliset käsin tehtävät nostot ja siirrot tehdään mahdollisimman turvallisiksi, milloin niitä ei voida välttää tai keventää apuvälinein;*
- 4) *Toistorasituksen työntekijälle aiheuttama haitta vältettävä tai, jollei se mahdollista, se on mahdollisimman vähäinen*



KUVIO 1. Kuljettajan istuin traktorissa suunnitellaan ergonomian periaatteet huomioon ottaen.

1.2.3 Standardit ja direktiivit

Lainsäädännön ohella ergonomian parantamiskeinona on standardointi. Standardien noudattaminen perustuu vapaaehtoisuuteen. Standardien mukaan toimiminen on kuitenkin yleensä yksinkertaisinta. Standardit uudistuvat ja elävät koko ajan, ne voivat olla valmiita, valmisteilla tai uudistettavana. Ergonomian standardit löytyvät SFS-luettelon ryhmästä 13.180 *Ergonomia*. (Ergonomia 2009.)

Euroopan unionissa on säädetty monia työoloja ja tuotteita koskevia direktiivejä. Pääpaino niissä on kone- ja työturvallisuudessa ja ergonomia on keinona näiden saavuttamiseksi. Ergonomiaa painotetaan olennaisena vaatimuksena, kun mainitaan olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset konevalmistajille. Sekä standardeissa että direktiiveissä nojataan edellä mainittuihin ergonomian perusasioihin. (Väyrynen ym. 2004, 15.)

1.3 Ihmisen kognitiivinen toiminta

Työvälineet ja tuotteet ovat kehittyneet nykyään enemmän aivo- ja aistikeskeisiin tehtäviin, jolloin fyysinen ponnistelu jää vähemmälle. Tässä työssä ergonomian osuus keskittyy edellä mainittuun kognitiivisen ergonomian puoleen. Ison työkoneen ohjauksessa myös fyysisellä ergonomialla on tärkeä osuutensa. Työn tutkimuksessa kognitiivista ergonomiaa käsitellään hieman enemmän kuin fyysistä ergonomiaa. Työssä analysoidaan ihmisen fyysisiä vaatimuksia hallintalaitteille. Kuitenkin enemmän keskitytään havainto- ja muistitoimintoihin, havaitsemiseen sekä sitä seuraavan tietojenkäsittelyn ja päättelyn hyödyntämiseen sekä päätöksentekoon, toimintojen ohjaukseen ja säätämiseen. Työn olennaiset alueet käsittävät traktoriohjaamoiden mittaristojen sekä hallintalaitteiden visuaalista havainnointia sekä hallintalaitteiden käytettävyyden arviointia.

1.3.1 Kognitiivinen toiminta

Väyrynen ja muut (2004) ovat todenneet että tärkeimmät ihmisen kognitiiviset toiminnot ovat:

- muistaminen
- havaitseminen
- käsittäminen
- tietäminen
- oppiminen
- ongelmanratkaisu
- päätöksenteko

Modernin teknologian töiden, tuotteiden ja tuotantokoneiden hallinnasta ja toiminnasta on niin työntekijöillä, tuotteiden käyttäjillä kuin teknologian

suunnittelijoilla oltava mahdollisimman totuudenmukaiset kognitiiviset sisäiset mallit. Suunnittelijoiden on hyvä tuntea ihmisen oppimista, toimintaa ja havainnointia tuotesuunnittelussa. Näin voidaan valmistaa käyttäjille turvallisia, ergonomialtaan ja käytettävyydeltään moitteettomia laitteita. (Väyrynen ym. 2004, 63 – 65.)

Traktorin ohjaamossa ihmisen rooli on yhä enemmän vain ohjata ja valvoa koneen toimintaa, kun kone suorittaa voimaa vaativat tehtävät. Ihminen ohjaa konetta suorittamaan tehtävät perustuen havaintoihin tuotteesta, tehtävästä tai ympäristöstä. Tämän jälkeen saatu ohjaustoiminto välittyy raajojen avulla yleensä pienen ohjausliikkeen seurauksena. Nykyiset koneet keskittävät käyttäjän tehtävät koneen valvomiseen ja hallintalaitteiden kevyeen säätämiseen. Vanhemmilla koneilla työskenneltäessä fyysinen ponnistelu on kuormittavampaa, kun hallintalaitteet ovat isompia.

Ihmisen oppimisen, toiminnan ja havainnoinnin tuntemisella on suuri merkitys suunniteltaessa esimerkiksi uutta traktorinohjaamoja. Moderni tieto- ja viestintäteknikka on kehittänyt tulevaa informaatioita paljon. Se on tuonut mukanaan teknologian automatisoinnin ja sen mukana ns. informatisoinnin. Tämä asettaakin käyttäjälle uusia kognitiivisia vaatimuksia.

1.3.2 Havaittavuus ja muisti

Hyvä havaittavuus on tärkeässä roolissa suunniteltaessa tuotetta käytettävyydeltään hyväksi. Havainnolla aivot tulkitsevat aistien välittämää tietoa. Ihminen tekee ohjauspäätökset havaintojensa ja tilannekohtaisten tavoitteidensa pohjalta. Väyrynen ja muut (2004) toteavat seuraavien asioiden olevan hyviä lähtökohtia pyrittäessä hyvään käytettävyyssuunnitteluun:

1. Visuaalisuus. Käyttäjän tulee saada katsomalla kuva laitteen toimintatilasta ja vaihtoehtoisista toiminnoista.
2. Hyvä käsitteellinen malli. Suunnittelijan tulee luoda tuotteelle hyvä käsitteellinen malli. Tämä tarkoittaa käytännössä esimerkiksi ohjainten ja mittareiden toimimista loogisesti samalla tavalla.

3. Selkeät kytkennät. Käyttäjän tulee pystyä hahmottamaan ohjaustoiminnan ja siitä syntyvän tuloksen suhde.
4. Palaute. Käyttäjän tekemistä toiminnoista tulee saada jatkuvaa palautetta.

Kaikki tiedon käsittely edellyttää muistin toimimista. Tieto tallentuu muistiin, kun sitä on ensin käsitelty ja varastoitu. Ilman tiedon käsittelyä se ei painu mieleen. Ihmisellä on aivoissaan erilaisia muistiyksiköitä, joilla on erilaisia tehtäviä muistin toiminnassa. Edellä mainittujen tehtävien ollessa kunnossa on tuotteen toiminnan omaksuminen ja toimintojen muistaminen helpompaa ja nopeampaa omaksua. (Väyrynen ym. 2004, 65 – 70.)

Työkoneiden ohjaamoissa on paljon hallintalaitteita. Näiden käyttäminen olisi hankalaa, jos ne olisivat kaikki samanlaisiksi rakennettuja ulkomuodoltaan. Traktoriohjaamoissa hallintalaitteita värjätään tietyillä väreillä, joilla osoitetaan ohjaimelle tarkoitettu käyttökohde. Esimerkiksi kaikki vihreät hallintavivut on tarkoitettu vain hydrauliiikan käyttöä varten. Toisaalta oranssit hallintalaitteet tarkoittavat vaihteiston ohjausta. Samat värit toistuvat esimerkiksi vaihteistolle tarkoitetuissa mittareissa. Tällä parannetaan käyttäjän kykyä havainnoida nopeasti oikeaa informaatiota ja soveltaa sitä nopeasti oikeaan kohteeseen. Toisaalta vaihteiston oranssit merkkivalot mittaristossa antavat palautteen komennon perille menemisestä (kuvio 2).



KUVIO 2. Traktorinohjaamon sivupaneelissa käytetään värikoodattuja hallintalaitteita parantamiseksi.

1.3.3 Ergonominen yhteensopivuus

Ergonominen yhteensopivuus on käytettävyyden yksi tärkeä osatekijä. Hyvä kompatibiliteetti eli yhteensopivuus edistää käyttöliittymän luontaisesti selvää toimintatapaa eli intuitiivisuutta. Klassinen esimerkki vaikeasta yhteensopivuudesta on ison huoneen kaikkien eri valaisimien katkaisinryhmä. Tähän katkaisimeen on vaikea saada hyvää kompatibiliteettiä eli selkeää ilmaisua keskinäisestä kytkennästä. Mikä katkaisin ohjaa mitäkin valaisinta? Yleensä tuotteen hallintalaitteiden ja näyttölaitteiden onnistuneet suhteet liitetään tähän käsitteeseen. Yhteensopivuus kuvaa em. suhteiden konsistenssia, joka tarkoittaa yhtenäisyyttä käyttäjän odotusten ja oletusten kanssa. Hyvä konsistenssi saa aikaan:

- Järjestelmän nopean oppimisen
- Reaktioajat ovat lyhyitä.
- Virheitä sattuu vähän ja käyttäjäytyvyys on suurin.

Hyvä kompatibiliteetti saa aikaan mutkattoman toiminnan, kun kaksi tai useampaa eri toimintaa yhdistetään käyttöjärjestelmässä. Käytön virheettomuus ja nopeus toimivat ohjauksen mittareina. (Väyrynen ym. 2004, 70 – 71.)

Tässä opinnäytetyössä kompatibiliteetti tulee esiin suoritettaessa mittauksia ja havaintoja traktoriohjaamoiden mittaristojen ja hallintalaitteiden käytöstä. Olennaista traktorin ja työkoneen sujuvassa hallinnassa on kuljettajan selviytyminen koneen ohjaamisesta jatkuvassa informaatiotulvassa. Koeajoissa seurataan olennaisena asiana tätä asiaa.

1.3.4 Virheet toiminnassa

Ihmisen toiminta on usein automatisoitunutta, kun samoissa olosuhteissa toistojen avulla opittu tehtävä on juurtunut mieleen. Virheet voivat altistaa tapaturmille ja onnettomuuksille. Ajatteluvirheille on tyypillistä se, että ne

syntyvät ihmisen tiedonkäsittelyprosessien puutteesta. Tällöin on tärkeää, että näytöissä ja hallintalaitteissa on hyvät ”ärsykkeet”. Ne on suunniteltu mahdollisimman diskriminatiivisiksi eli erotteleviksi. Varoituksia tulisi jakaa eri aisteille kuten näölle ja kuulolle. Automatisoituneet tehtävät asettavat hyvän hallintaelinten ja näyttöjen yhteensopivuuden tärkeäksi. Ergonomia ja käytettävyydsosaaminen pyrkivät virheiden välttämiseen ihmisen ja teknologian vuorovaikutuksessa. (Väyrynen ym. 2004, 71 – 73.)

1.4 Käytettävyys

Käytettävyys käsitteenä on hyvin laaja käsite, koska kaikilla tuotteilla on jonkinlainen käytettävyys. Sitä on vaikea mitata sellaisenaan. Oli kyseessä sitten Valtran traktori tai Fiskarsin sakset, yhteistä näille molemmille on se, että niillä on omanlaisensa käytettävyys. Tässä työssä käytettävyyttä ja ergonomiaa mitataan tietyillä traktoreiden suunnittelussa hyväksi havaituilla tutkimusmenetelmillä.

Väyrynen ja muut (2004) ovat todenneet, että käytettävyys kuvaa sitä, miten tuotteella saavutetaan tavoitteet tuloksellisesti, tehokkaasti ja miellyttävästi. Tehokkuus kuvaa ihmisen voimavarojen käyttötarpeen suhdetta tavoitteiden saavuttamiseen. Miellyttävyyden kokemisen edellytys on tyytyväisyys, mikä puolestaan tarkoittaa epämukavuuden puuttumista ja myönteistä suhtautumista tuotteen käyttöön. (Väyrynen ym. 2004, 17.)

Tanskalainen käytettävyystutkija Jacob Nielsen on tuonut käytettävyysnäkökulman suuremman yleisön tietoisuuteen. Nielsenin (1993) mukaan käytettävyys ja hyödyllisyys yhdessä synnyttää järjestelmän kelpoisuuden. Hyödyllisyys (utility) on tuotteen kyky toimia tietyssä tehtävässä. Käytettävyys (usability) osoittaa, miten käyttäjä voi toteuttaa tuotteen toimintakyvyn. Näistä edellä mainituista asioista syntyy tuotteen toimintakelpoisuus (usefulness), joka yhdessä tuotteen muiden havaittavien ominaisuuksien kuten kustannusten, luotettavuuden jne. kanssa luo tuotteen käytännön hyväksyttävyyden (practical acceptability). Käsitteiden sisältöä Nielsen kuvaa seuraavasti (Nielsen 1993, 23 – 33):

- Opittavuus (*learnability*) mittaa aloittelijan käyttämää aikaa käyttötaidon oppimiseen kohtuullisesti.
- Tehokkuus (*efficiency*) on kokeneen käyttäjän työskentelynopeus tietyn aikajakson aikana.
- Virheiden määrä. Onko virheitä paljon? Toivutaanko niistä helposti?
- Tyytyväisyys (*satisfaction*) sisältää käyttäjien arvioinnin tuotteen käyttämisen miellyttävyydestä. Onko tuote toista tuotetta miellyttävämpi käytettävyydeltään? Tähän kuuluu myös ”lähestyttävyys” (*approachability*) eli miten käytettävältä tuote näyttää ennen sen käyttämistä.
- Muistettavuus (*memorability*) tarkoittaa satunnaisen käyttäjän kykyä muistaa aiemmin opittu tuotteen käyttäminen ilman ohjeita.

Standardeissa viitataan myös Nielsenin teeseihin. Koneturvallisuusstandardin mukaan koneen ominaisuus pitää olla helposti käytettävissä mm. niiden ominaisuuksien tai piirteiden ansiosta, jotka tekevät sen toiminnan tai toimintojen ymmärtämisen helpoksi.

1.4.1 Käytettävyystekniikka

Käytettävyystekniikka (*usability engineering*) tarkoittaa menetelmiä ja mittaustekniikoita, joilla tavoitellaan hyvää käytettävyyttä. Tuotteen valmistajan tulisi saada tuote ja käyttöliittymä kuvaamaan käyttäjien tarpeita, tehtäviään ja olosuhteitaan (Nielsen 1996, 3).

Traktoritekniikassa hyvänä esimerkkinä käytettävyystekniikasta voi mainita myöhemmin tässä työssä käsiteltävän hallintalaittekyynärnojan (kuvio 3), johon nykyajan traktorivalmistajat ovat keskittämässä tärkeimmät hallintalaitteet. Kyynärnojan suunnittelussa olennaista on, että sen toiminta ja käyttö kehitetään mahdollisimman hyväksi ajatellen traktorin ohjaamista ja traktorin käyttötarkoitusta. Laitteen tulee olla helppokäyttöinen, jolloin sen käyttämisen

arkipäivän työtehtävissä oppii nopeasti. Laitteen tulee tarjota käyttäjälleen ennen kaikkea hyvä fyysinen käyttöergonomia, jolloin pitkään työpäivä sujuu rasittamatta niveliä väärillä työasennoilla. Hallintalaittekyynäroissa on paljon toimintoja keskitetty pienelle alueelle, jolloin käytettävyys korostuu.



KUVIO 3. Hallintalaittekyynäroja suunnitellaan traktorin käyttäjien työtehtäviin sopivaksi.

1.5 Käytettävyyden mittareita

1.5.1 Heuristinen arviointi

Värynen ja muut (2004) kirjoittavat Jacob Nielsenin esittämästä heuristisesta asiantuntija-arvioinnista. Se sisältää käyttöliittymän tai tuotteen eri osat ja vuorovaikutuksen kulku sekä tarkistetaan, onko suunnitteluperiaatteita noudatettu. Arvioinnin avulla pyritään yleensä löytämään pahimmat ongelmat ennen varsinaista käyttäjien kanssa tehtävää käytettävyyskokeilua.

Heuristinen tai vastaava analyttinen arviointi ja käytettävyyskokeet yhdessä muodostavat useimmiten käytettävyystutkimuskokonaisuuden.

Nielsen on tuonut esiin kymmenen oivaltavaa eli heuristista muistisääntöä. Nämä on kehitetty alun perin tietokoneen ohjelmistokäyttöliittymien käytettävyyden tutkimiseen. Ne ovat kuitenkin hyvin soveltuvia myös yleisen käytettävyyden tutkimiseen. Muistisäännöt ovat seuraavat:

1. *Käytä yksinkertaista ja luonnollista dialogia.*
2. *Käytä käyttäjän omaa kieltä.*
3. *Minimoi käyttäjän muistikuormaa.*
4. *Tee käyttöliittymästä kauttaaltaan yhdenmukainen.*
5. *Anna käyttäjälle palautetta toiminnoista.*
6. *Anna selkeä poistumistapa eri toiminnoista.*
7. *Anna käyttäjälle mahdollisuus käyttää oikopolkua.*
8. *Anna virhetilanteista selkeät virheilmoitukset.*
9. *Vältä virhetilanteita.*
10. *Anna riittävä ja selkeä apu ja dokumentaatio.*

Toinen tunnettu käytettävyyden heuristinen suunnittelusäännöstö on Normanin luoma kysymyssarja (Väyrynen ym. 2004, 209 - 210, Nielsen 1993, 20).

1. *Kuinka helppoa on hahmottaa laitteen toiminta?*
2. *Kuinka helposti on kerrottavissa, mitkä toiminnot ovat juuri nyt mahdollisia?*

3. *Kuinka helppoa on aikomuksesta johtaa tarvittava fyysinen ohjaustoiminto?*
4. *Kuinka helppoa on tehdä ohjaustoiminto?*
5. *Kuinka helposti ilmenee, onko järjestelmä nyt toivotussa tilassa?*
6. *Kuinka helppoa on järjestelmän tilasta johtaa tarvittava toimenpide eteenpäin?*
7. *Kuinka helppoa on todeta järjestelmän nykytila?*

Näitä kahta edellä mainittua heuristista suunnittelusäännöstöä käytetään tämän opinnäytetyön tutkimuksissa. Säännöt on kehitetty ohjelmistokäyttöliittymien käytettävyyden tutkimiseen, joten ne soveltuvat tässä työssä hyvin traktoreiden ajotietokoneiden käytettävyydetutkimukseen.

1.6 Käytettävyys lisää käyttäjätyytyväisyyttä

Yrityksen on etsittävä itselleen uutta kilpailuetua kehittyvillä markkinoilla, joilla moni valmistaja tarjoaa tuotteita samoilla perusominaisuuksilla varustettuna. Mietitään, millä suunnitteluominaisuuksilla voisi erottua edukseen: ulkonäöllä, huollettavuudella, jälkimarkkinointipanoksilla, luotettavuudella jne. Yksi vaihtoehto panostuskohteeksi on käytettävyyden parantaminen.

Traktoriohjaamoissa on laitteita, kuten hallintalaittekyynärnoja, joka koostuu useammasta kokonaisuudesta. Näitä ovat itse fyysinen laite, kyynärnojan ohjelmisto, interaktiivinen käyttöliittymä ja sen sisältö. Tämän nykyaikaisen teknologian tulee olla sopusoinnussa monien eri osa-alueiden suhteen. Tulevaisuudessa käytettävyyden merkitys tulee kasvamaan. Monet maailmanlaajuisesti toimivat yritykset ovat panostaneet tutkimusavusteiseen ergonomiaan ja käytettävyystekniikkaan pyrkiessään korkeaan asiakastyytyväisyyteen. Yleensä käytettävyydetutkimukseen panostaminen on pitkäjänteistä ja aikaa vievää tutkimusta, mutta se lopulta palkitsee takaisin muun muassa kustannussäästöinä.

Yhdysvaltalainen Michael Wiklund on käytettävyydestutkimuksen uranuurtaja maailmassa. Väyrysen ym. teoksessa mainittu Wiklund on listannut käytettävyysteknisen suunnittelun tuottamia säästökohtia (Väyrynen ym. 2004, 211):

- *Pienentynyt kehitysaika*
- *Kehittyneempi dokumentaatio käyttäjälle*
- *Palautunut markkinointi ja myynti*
- *Pienentynyt käyttökoulutustarve*
- *Vähentyneet tuotepalautukset*
- *Pienentynyt asiakastukipalveluiden tarve*
- *Pidentynyt tuotteen markkinoilla oloaika*
- *Helpottunut tuotevastuun hallinta*

Valtralla käyttäytyvyysmittausta mitataan erilaisilla käyttäjäkyselyillä, joista saadaan ideoita ja vinkkejä tulevien tuotteiden suunnitteluun ja valmistukseen. Kyselyistä tärkein lähetetään uuden traktorin omistajalle silloin, kun hän jo omistanut traktorin jonkin aikaa. Tyytyväisyyttä mitataan erilaisilla mittareilla, joilla voidaan myös seurata tuotteen laadun tilaa. Onko esimerkiksi tiettyjä laiteongelmia ollut enemmän kuin vuosi sitten? Miten asiakaspalvelu pelaa eri myyntialueilla? Saatua palautetta hyödynnetään monin tavoin tuotekehittelyssä ja markkinoinnissa. Tässä työssä käydään läpi Valtran uutta mallia ostaneiden ja tuotekehityksessä mukana olleiden traktorin käyttäjien palautteita työn myöhemmässä vaiheessa. Samalla haastattelujen pääpainotus suuntautuu ohjaamoergonomian onnistuneisuuteen käyttäjien näkökulmasta.

Toimiessani työharjoittelussa tehdasesittelijänä Valtralla, keräsin samalla käyttäjäpalautetta tehdasvierailijoilta tehdaskierroksen päätteeksi. Esille pyrittiin tuomaan asioita, joihin Valtran pitäisi tulevaisuudessa panostaa. Toisaalta palautetta koottiin niin positiivisista kuin negatiivisistakin asioista. Palaute koottiin yhteen vuosijaksolla, ja nämä palautteet menivät tuotekehityksen käyttöön. Toisaalta asiakaspalaute saattoi koskea asiakaspalvelua tai yleistä tehtaan toimintaa, joista palaute meni asiaa koskeville tahoille.

2 Asiakaskeskeinen suunnittelu

2.1 Tuotekehitys ja käyttäjät yhteistyössä

Traktoreiden suunnittelussa käyttäjäkunnan tunteminen on tärkeimpiä osa-alueita suunniteltaessa uusia koneita. Koneiden varsinaisten käyttäjien rooliin samaistuminen sekä alakohtainen tekninen tuntemus on tärkeää. On tiedettävä traktorin käyttötarkoitus ja ympäristö, jossa traktoria päivittäin käytetään. Valtran tuotekehitysosastolla on palveluksessa tuotesuunnittelijoita, joilla on esimerkiksi maatalouden tai koneurakoinnin tausta ammattiosaamisessaan. Tällöin voidaan samaistua helposti traktorin käyttäjän ja asiakkaiden rooliin ja hyödyntää sitä tuotesuunnittelussa. Valtran historiassa tästä hyvänä esimerkkinä on entisen markkinointijohtajan Arto Tiitisen kuvaus siitä kuinka turvesoiden menestysmalliksi 1990- luvulla noussut Valmet / Valtra Mega- sarja sai alkunsa käyttäjäpalautteen pohjalta:

”Meidän piti saada turvesuolle kestävä ja olosuhteisiin sopiva malli, joka kestäisi pohjolan kovat olosuhteet. Menimme siis soille kuuntelemaan urakoitsijoiden toiveet ja näin syntyi Valmet Mega- sarja, josta tuli turvesoiden suosituin traktori.” (Niskanen 2000, 118)

2.2 Käyttäjätutkimus ja tehtäväanalyysi

Yksi osa-alue tuotekehityksen käytettävyydetutkimuksessa on käyttäjätutkimuksen teettäminen. Käyttäjätutkimusta tehtäessä tulee olla

perillä tuotteen käyttäjästä ja hänen toiminnastaan. Käyttäjien toiminnoista ja käyttäytymisestä kerätään tietoa ja näiden pohjalta määritellään mahdollisia uusia tuotteita, tuoteparannuksia tai muuta tavoitetta vaatimuslistan muodossa. Tämä käyttäjäkeskeisen suunnittelun periaate on yksi ergonomian lähestymistavoista.

Tehtäväanalyysi on toimintatapa, jolla kerätään tietoa tuotteen käyttötavoista ja käyttöympäristöstä. Siinä mennään itse tuotteen käyttöpaikalle, havainnoidaan tuotteella tapahtuvaa tekemistä ja tekijöitä sekä kysytään tekijöiltä mielipiteitä ja kommentteja. Analyysillä havaitaan millaisia liike- ja toimintasarjoja käyttäjä tekee tuotteella. Mahdolliset ongelmakohdat tulevat esiin ja käyttäjä voi samalla raportoida ajatuksiaan esimerkiksi videokameran nauhoittaessa toimintaa. (Väyrynen ym. 2004, 125 – 127.)

Valtran tuotekehityksessä tehtäväanalyysia on hyödynnetty kiinnittämällä videokameroita asiakkaan traktoriin. Kameranat ovat nauhoittaneet muun muassa tienpientareiden niiton aikana tapahtuvaa kuljettajan toimintaa. Tässä voidaan seurata kuljettajan hallintalaitteiden käyttöä ja mittareiden havaitsemista ja näin pystytään hyödyntämään saatua tietoa suunniteltaessa uusia innovaatioita ohjaamoon.

2.2.1 Osallistuva suunnittelu ja skenaarioajattelu

Tässä käyttäjä tutkimuksen osa-alueessa käsitellään kokonaisuutta, jossa asianosaiset eli sidosryhmät ovat mukana tuotteen kehittämisessä. Sidoryhmiä ovat suunnittelijat, johto ja hallinto-organisaatio, henkilöstö tai käyttäjät, asiantuntijat ja työterveyshenkilöstö. Tämä tapahtuu usein projektiluontoisesti. Osalliset työskentelevät yhdessä asiantuntijoiden kanssa jakaen parhaalla mahdollisella tavalla asiantuntemuksensa keskenään. Yleensä tutkimus tapahtuu kentällä tuotteen käyttöympäristössä ja tutkimuksella on tietty strateginen tavoite ja päämäärä.

Skenaario sivistyssanana viittaa olettamuksiin perustuviin ennustuksiin. Skenaarioajattelussa mietitään, millaiseen toimintaympäristöön tuote joutuu ja mitä ominaisuuksia tarvittaisiin hyvään tuotteeseen. Tuotteen käyttötarkoitusta

kuvailaan eri sidosryhmien näkökulmasta. Skenaariomenettely on varsin usein mukana kehiteltäessä seuraavan sukupolven tuotteita pitkälle tulevaisuuteen. (Väyrynen ym. 2004, 125 – 139.)

Traktorisuunnittelussa eri valmistajat kehittävät uusia koneita yhdessä sidosryhmien kanssa esimerkiksi peltotöissä tai turvetuotantotöissä. Aiemmin työssä mainittiin esimerkkinä turveurakoitsijoiden kanssa yhteistyössä kehitetty Valmet/Valtra Mega- sarja. Turveurakoitsijat kertoivat suunnittelijoille skenaarionsa tulevaisuuden turvetraktorista. Tähän mallistoon tuli useimmista merkeistä poiketen muun muassa ajovoimanotto, koska sille oli paljon toivetta turvetuotantoalueen märissä olosuhteissa.

Valtran tuotekehityskeskuksessa vieraili fysioterapeuttiryhmä talvella 2009 tutustumassa traktoreiden ohjaamoergonomiaan. Tilaisuudessa ergonomia-alan ammattilaiset kävivät kehittävää keskustelua traktorisuunnittelijoiden kanssa esimerkiksi hallintalaittekyynärnojan ja istuimen suunnittelusta vastaamaan ihmisen fyysisiä mittoja. Eri alansa asiantuntijat kävivät rakentavaa vuorovaikutusta yhteiseen tulokseen pääsemiseksi. Osallistuin myös itse keskusteluun toimiessani samalla tehdasoppaana ryhmälle.

2.3 Käytettävyyystutkimus

Käytettävyyystutkimuksella arvioidaan ja mitataan tuotteen käytettävyyttä ja verrataan niitä vaatimuksiin. Tuote suunnitellaan ja testataan kriteereihin nähden optimaaliseksi. Tuotteen käyttäjäystävällisyys ja hyödyllisyys pitäisi olla parhain mahdollinen, kun samalla kielteisten tekijöiden tulisi olla minimissään. Näillä tarkoitetaan vaaroja ja ongelmia tuotteen käytössä. Käytettävyys ja turvallisuus kulkevat käsi kädessä ja niille on olemassa muun muassa standardeja. Tuotteen käyttö ei saa altistaa vaaroille. Sitä voidaan mitata riskianalyysillä. Käytettävyyystutkimuksella tarkoitetaan esim. kohdistettua ryhmäkeskustelua, asiantuntija-arviointia, käytettävyydestausta tai kenttätutkimusta.

Väyrynen ja muut (2004) viittaavat kirjassaan Wiklundin mainitseisiin käyttökelpoisuuden mittareihin: (1) tavoitteiden selvyys, (2) niiden kvantitatiivisuus ja (3) testattavuus.

Tuoteominaisuusmahdollisuuksista Wiklund luettelee seuraavaa:

- *ensivaikutelma*
- *helppokäyttöisyys alusta alkaen*
- *pitkäaikaiskäyttö helppoa*
- *tehtävien nopeus, tarkkuus ja täsmällisyys*
- *koettu monimutkaisuusaste*
- *hallinnan tunne*
- *virheiden välttäminen, havaittavuus ja sietokyky*
- *ohjekirjan tai vastaavan tarve*
- *käyttömukavuus ja tyytyväisyys*
- *tuotteen esteettisyys ja kestävyys*

2.3.1 Käytettävyyshenetelmiä

Käytettävyyshutkimuksessa painoarvo on kokonaisuudessa käyttäjä-tuote-tehtävä. Näiden kohtien vuorovaikutusta käyttäjän kanssa testataan. Tuotteen käyttäjäystävällisyyttä ja hyödyllisyyttä mitataan. Tutkimustyytit jaotellaan seuraavasti:

- deskriptiivinen tutkimustyyppi
- eksperimentaalinen tutkimustyyppi

- evaluoiva tutkimustyyppi

Selvästi yleisin tutkimusmenetelmä on evaluointi- eli arviointitutkimus. Mietitään, onko tuote riittävän hyvä käyttäjän ja tehtävien teon kannalta. Käytettävyyksmittareista on olemassa objektiivisia mittareita, kuten työskentelyn nopeuden mittaaminen. Toisaalta on myös subjektiivisia mittareita, joilla mitataan tuntemuksia, uskomuksia, asenteita tai mieltymyksiä. Objektiiviset mittarit kielivät yleensä tuloksellisuudesta ja tehokkuudesta, kun taas subjektiiviset kuvaavat miellyttävyyttä.

Yksi lähestymistapa käytettävyyksarvioinnissa on käyttää vertailevia menetelmiä, joissa tutkimuskohteena on saman tuoteryhmän eri malleja tai merkkejä. (Väyrynen ym. 2004 143 – 147.)

Tämän työn tutkimusosuudessa käytetään vertailevaa tutkimusmenetelmää verrattaessa koeajokoneiden ominaisuuksia toisiinsa. Kaikki merkit edustavat valmistajansa tämän hetkistä terävintä osaamista ja tekniikkaa ohjaamoergonomiassa. Lisäksi merkit edustavat eniten myytyjä traktoreita Suomessa portaattomien voimansiirtojen segmentissä. Kuitenkaan täysin vertailukelpoisia kaikki koneet eivät ole keskenään johtuen uusimpien mallien saatavuusongelmista.

3 Ohjaamoergonomia ennen ja nyt

Maataloustraktoreiden ohjaamoergonomia kehittyi ripeässä tahdissa. Traktorivalmistuksen historiassa ohjaamoiden suunnittelulle annetaan nykyään suurempaa painoarvoa kuin ennen. Nykyajan ihmiset arvostavat mukavuutta ja teknologiaa arjessaan, eikä traktoriala tee tässä poikkeusta. Maataloustraktoreiden keskikoko suurenee ja ohjaamossa työskennellään monesti ympäri vuorokauden. Tämä onkin historian saatossa asettanut ohjaamosuunnittelun tärkeyden merkittäväksi kokonaisuudeksi uuden traktorin suunnittelussa. Ohjaamoiden kehitys on ollut ripeää. Eri valmistajat esittelevät kilvan uusia ratkaisuja parantaakseen ohjaamon työskentelyoloja vieläkin paremmaksi. Uudet valmistajien innovaatiot ovat hyvin nähtävissä esimerkiksi vuosittain järjestettävillä Euroopan suurilla konealan messuilla.

Tässä luvussa annetaan pohjaa ohjaamoergonomian tutkimukselle lähtemällä historiaosuudesta liikkeelle. Historiakatsauksella havainnollistetaan, miksi ja millä tavalla nykyiseen kehitykseen on päädytty. Traktoritekniikkaan vähemminkin tutustunut lukija voi omaksua paremmin itse tutkimuksen. Pääpaino osuudessa on Valmetin eli nykyisen Valtran askelista ohjaamoergonomian kehittämisessä. Kaikkia malleja ei ole mahdollista kertoa, vaan seuraavassa käsitellään Valtralle ohjaamosuunnittelussa tärkeitä malleja. Pohjoismaisena hyvinvointivaltion yrityksenä Valtralla on kiinnitetty kautta historian erityistä huomiota traktorikuljettajan työskentelyoloihin. Traktoriteollisuuden ohjaamoiden kehityksen pääpiirteet tulevat esille kokonaisuudessaan, kun referoidaan Valtran osuutta tässä kehityksessä.

3.1 Ohjaamoergonomian historiaa

3.1.1 Ihmisen ja koneen vuorovaikutus

Polttomootorikäyttöisten traktoreiden historia on melko lyhyt. Maataloudessa traktorit syrjäyttivät hiljalleen hevoset. Traktoreita alkuaikoina kehiteltäessä painopiste oli traktorin perustoimintojen kehittämisessä. Näitä toimintoja olivat mm. moottorin käyntivarmuuden kehittäminen, vaihteiden lukumäärän lisääminen ja nostolaitteen kehittäminen. Ergonomia oli tuolloin suhteellisen tuntematon käsite. Koneen kuljettaja joutui mukautumaan osaksi konetta.

Traktoreita valmistava teollisuus tutki 1960- luvulla keinoja, joilla voitaisiin parantaa traktorin tehokkuutta. Todettiin, että paras keino tähän on kohentaa kuljettajan työoloja. Samoihin aikoihin traktoreissa alkoi yleistyä myös turvakehyspakko. Suomessa turvakehys tuli pakolliseksi uusiin myytäviin traktoreihin v. 1969. Turvakehykset olivat kehyksiä, jotka suojasivat kuljettajaa traktorin kaatuessa. Tapaturmat, joissa kuljettaja jää traktorin alle puristuksiin, olivat maataloudessa tapahtuvien tapaturmien vakavimmasta päästä. Turvakehyksiin alettiin aluksi asentaa erilaisia sääsuoja. Ne kuitenkin osoittautuivat todella meluisiksi. Nämä lähtökohdat johtivat lopulta aikaan, josta alkoi nykyisen turvaohjaamon kehittäminen. Suomessa turvaohjaamot tulivat pakollisiksi v. 1971, ja samalla ohjaamon melurajoja tiukennettiin.

3.1.2 Kuljettajan paikka

Ensimmäisistä traktoreista puuttuivat kolmipistenostolaitteet. Työkoneen nostaminen suoritettiin käsivoimin. Kuljettajan sijoituspaikka oli sijoitettu taka-akselin takapuolelle, jotta työkoneitten nosto tukipyörien varaan päisteissä olisi ollut helppoa. Istuin voitiin lopulta sijoittaa taka-akselin keskiviivan tienoille, kun traktoreihin tulivat hydrauliset nostolaitteet.

Traktoreiden koon kasvaessa suureni myös takarenkaiden läpimitta. Kuljettajan istuin siirtyi jälleen etemmäksi hieman taka-akselin etupuolelle, koska kulkeminen traktoriin näin helpottui. Istuimen sijoittaminen keskelle olisi edullisinta kuljettajaan kohdistuvien värähtelyjen minimoimiseksi, mutta tällöin ongelmaksi tulee kuljettajan suorat yhteydet työkoneeseen.

Hyväksytty ajoasento oli myös ns. kuljettajan ratsastusasento. Tässä ratkaisussa lehtijousella ja kartiokumilla varustettu istuin sijoitettiin voimansiirron kotelon päälle ja kummallekin jalalle järjestettiin omat astinlautansa. 60-luvulle tultaessa markkinoilla oli terveysistuimia, joissa jousitukset ja vaimennukset olivat kehittyneempiä. Kuljettaja istui samalla korkeammalla. Samalla kehitys loi mahdollisuudet kehittää ohjaamoita, jotka olivat varustettu tasaisella lattialla. Ohjaamoon kulkeminen helpottuu tasaisella lattialla ja korkeammalta istuimelta on parempi näkyvyys.

Merkittävä suunnannäyttäjä nykyaikaiselle turvaohjaamolle oli turvakehyksen kehittäminen. Turvakehys suojasi kuljettajaa traktorin kaatuessa. Turvakehyksiin tuli varusteena alkeellisia sääsuoja. Turvakehykset olivat turvaohjaamon rakenteellinen perusta, ja hiljalleen varsinainen turvaohjaamo alkoi yleistyä traktoreissa. Pohjoismaissa turvaohjaamo tuli ensimmäisenä pakolliseksi varusteeksi. (Niskanen 1985, 190 – 193.)

3.1.3 Valmet ohjaamoergonomian kehittäjänä

Valtran eli entisen Valmetin historia katsotaan alkaneeksi 1951, jolloin ensimmäiset mallit valmistettiin Jyväskylän Tourulassa entisellä valtion kivääritehtaalla. Sotatarviketuotannosta vapautuvalle tiloille ja osaamiselle tuli

mieltä soveltamiskohteita. Näistä lähtökohdista jalostetun Valmet traktorin käyttökohteet olivat aluksi maatalojen peltotyöt. Traktorin käyttö alkoi 1960-luvun alkupuolella olla myös metsätöihin ja urakointiin liittyvää työtä. Tämä asetti traktorin kehitystyölle uudet haasteensa.

Valmetin insinöörit alkoivat keskittyä tutkimaan traktorinkuljettajan työolojen parantamismahdollisuuksia, jotka olivat silloin jääneet varsin vähäiselle huomiolle. Ohjaamoihin tuli ensin turvakaaret, jotka oli varustettu yleensä jonkinlaisella sääsuojalla. Rasitteena oli kuitenkin vetoisuus ja kova melu. Tehostamaton ohjaus oli raskas käsitellä. Lisäksi ajoasento ja ohjauspyörän kulma oli epäergonominen, joka oli pidemmän päälle väsyttävää kuljettajalle. Valmetin uusi tuotekehityspäällikkö Rauno Bergius päätti, että traktorinkuljettajalle tulee kehittää samanlaiset työolot kuin kuorma-auton kuljettajalla. Ratkaisu osoittautui sittemmin viisaaksi. Bergius oli mukana koeajoissa pelloilla, urakointityömailla ja savotoilla, josta hän sai ideansa. Kuitenkaan Bergius ei ollut maatalon poika, kuten ensimmäisen pikkuvalmetin pääsuunnittelija Olavi Sipilä. Ensimmäisen turvaohjaamon syntymisestä Bergius muistelee seuraavaa:

”Pystyin ulkopuolisen silmin ihmettelemään tiettyjä asioita, joihin traktorinsuunnittelijat ja asiakkaat mukautuivat. Meillä Suomessa on karmea ilmasto. Mietin, että ohjaamon on oltava vakiovaruste, sillä sen avulla traktorin tuottavuutta saadaan nostettua oleellisesti. Valmet ysisataseen tuli turvaohjaamo”. (Niskanen 2000, 50.)

Traktoria alettiin kehittämään ergonomiseen suuntaan teknisen kehityksen ohessa. Ihmisen ehdoilla suunniteltava ohjaamo oli ergonomian kehityskohteenä. Jatkossa turvaohjaamo tuli tiiviimmäksi ja myöhemmin lisättiin äänieristystä. Lisäksi ohjaamoon saatiin autojen lämmityslaitteen kaltainen laite. Hydrostaattisesti kevennetyllä ohjauksella saatiin kuriin ohjauspyörän tärinä. Seuraavassa on käsitelty muutamia ohjaamoergonomian kehityksessä tärkeitä mallisarjoja Valtralle.

3.1.4 Valmet 900

Valmet esitteli ensimmäisen kerran virallisesti vakiovarusteena turvaohjaamon mallissa Valmet 900 (kuvio 4). Se aloitti uuden ergonomian aikakauden traktoritekniikassa. Ohjaamo oli jo tuolloin eristetty kumiholkein muusta rungosta melun johtumisen pysäyttämiseksi ja tärinän vaimentajaksi. Sisäverhoilulla, lattian kumimatoilla sekä tiiviillä rakenteella saavutettiin senaikaiseksi melutasoksi melko maltillinen N95. Tiiviys mahdollisti myös raitisilmapuhaltimen käytön ohjaamossa. Mittaristo ja hallintalaitteet kuljettajan oikealla puolella olivat automaaiseen tapaan toteutetut. Vaihdevivut oli toteutettu kuljettajan oikealle puolelle, kun ne aiemmin olivat olleet traktoreissa kuljettajan jalkojen alla. Lisäksi kuljettajan istuimen mittasuhteisiin, ohjauspyörän asentoon istuimeen nähden, vipujen liikeratoihin ja näkyvyyteen ohjaamossa oli kiinnitetty runsaasti huomiota. Ulkonäkö oli omaperäinen ja ulkomuodosta näki, että sekä ohjaamo että konepeitto olivat olleet samaan aikaan piirustuslaudalla.



KUVIO 4. Valmet 900 turvaohjaamo.

3.1.5 Ergonomiamalli Valmet 502

Valmetin 700 ja 900 mallit toimivat aikansa suunnannäyttäjinä turvaohjaamoiden kehittämissä. Näiden mallien pienempi sisarmalli 500 oli

ohjaamoltaan paljon vaatimattomampi. Valmet 500 mallin seuraava kehitysversio 502 ylitti kuitenkin kaikki odotukset (kuvio 5).

Mallin suunnittelussa avainsana oli ergonomia ja 502 mallin ergonomiset ratkaisut nostivat sen traktorimaailman klassikoksi. Viralliseksi melutasoksi mitattiin N 85, eli ihmiskorva voi olla altistettuna tälle melutasolle yhtäjaksoisesti viisi tuntia ilman suurta kuulon heikentymisen riskiä.



KUVIO 5. Valmet 502 -mallissa kuljettajan työskentelyoloihin oli kiinnitetty huomiota.

Matalan melutason ohella ohjaamon kokonaisarkkitehtuuri keräsi kiitosta. Ohjaamo oli tiivis, jolla täytettiin sekä meluntorjunnan että kontrolloidun ilmanvaihdon vaatimukset. Tuottavuus nousi alentuneen melutason myötä. Tasainen ohjaamo tarjosi luonnollisen ajoasennon ja sinne oli helppo kulkea. 502- mallin kokonaisarkkitehtuuria arvostetaan nyky suunnittelussakin. Se toimi omalla suunnallaan suunnannäyttäjänä nykyisillekin traktoriohjaamoille.

3.1.6 Volvo BM Valmet

Seuraava kehitysaskel ohjaamoergonomiassa otettiin yhteispohjoismaisen traktorin kehitystyössä. Ruotsalainen traktorinvalmistaja Volvo BM sekä suomalainen Valmet yhdistivät toimintansa ja seuraavien mallien suunnittelu oli valmistajien yhteistä käsialaa. Yhdistymisen myötä molemmat valmistajat saavuttivat useita merkittäviä synergiaetuja.

Yhteistyö tuotekehityksessä aloitettiin jo ennen varsinaista yhdistymissopimuksen allekirjoitusta. Ohjaamoergonomiassa molemmat valmistajat olivat tuohon aikaan edelläkävijöitä. Volvo BM:llä painotettiin sanaa ”komfort” (mukavuus), ja Valmet käsitteli ergonomia. Molemmilla valmistajilla oli tuohon aikaan tarjota markkinoiden hiljaisimmat ohjaamot, kuten esimerkiksi Valmet 502, ja Volvo T650. Volvo BM Valmet traktorisarja muotoiltiin Volvo- konsernin muotoilukeskuksessa Göteborgissa. Mukana muotoilussa oli yhtiön päämuotoilija Jan Wilsgaard, jonka käsialaa ovat kaikki Volvo- henkilöautot Amazon- mallista aina 700- sarjaan. Traktorista tulikin muotoilultaan paljon samaa näköä Volvon henkilöautojen kanssa. Muotoilun linja oli kantikasta ja keula kiilamainen (kuvio 6). Ohjaamo oli tilava ja sen takapään arkkitehtuuri salli ohjaamon lattian rakentamisen kokonaan tasaiseksi. Istuinta pystytettiin nyt kääntämään 180 astetta, joka mahdollisti esim. puutavarakuormaimen käytön niskaa rasittamatta. Siihen tuli valinnaisvarusteeksi elektroninen nostolaitteen hallinta Autocontrol kevätkesällä 1988. Myöhemmin ohjaamoihin laitettiin säädettävä ohjauspyörä. Ilmastointilaitte ja kattoon sijoitettava raitisilmatuuletuslaite olivat valinnaisia lisävarusteita. (Valtra historia 2010.)



KUVIO 6. Pohjoismainen traktori yhdisti kahden valmistajan ergonomiosaamisen.

3.1.7 Mezzo–Mega ergonomiasarjat

Valmetin yhteistyö Volvon kanssa oli päättymässä 1980- luvun lopulla. Valmet oli samaan aikaan suunnitellut kokonaan uuden mallisukupolven. Se koostui nelisynterisistä Mezzo- malleista sekä kuusisynterisistä Mega- malleista (kuvio 7). Mallisarjat esiteltiin vuosien 1990 ja 1991 aikana, ja niistä tulikin hyvin suosittu mallisarja Pohjoismaissa. Mallisukupolven kehittämiseen osallistui kolmen vuoden ajan myös Steyr-Daimler-Puch AG Itävallasta.

Uuden ohjaamon suunnittelussa hyödynnettiin yhteistyötä. Sen kehittämiseen vaadittiin panostusta kolmiodimensionaalisen geometrian hallinnassa. Sen kaikki lasit olivat kaarevia, jolla saatiin alennettua melutasoa. Toisaalta ohjaamon rakenteet saatiin jäykemmiksi ja vähemmän värähteleviksi. Ohjaamon ulkonäkö modernisoitui merkittävästi verrattuna vanhempaan kantikkaaseen Volvo-ohjaamoon. Vuonna 1994 mallistoon tuli valinnaiseksi merkittävä Valtra- innovaatio, Twintrac- taakseajojärjestelmä. 180 astetta kääntyvän istuimen sekä tilavan ohjaamon ansiosta traktoria voitiin nyt ajaa molempiin suuntiin, kun traktorin tärkeimmät hallintalaitteet löytyivät myös ohjaamon takaa (kuvio 8). Työkoneen ohjattavuus ja näkyvyys paranivat paljon. Traktori oli luonnollisesti saatavilla myös metsäohjaamolla. (Valtra historia 2010.)



KUVIO 7. Valmet Mezzo 6000 -sarja sai Pro Finlandia muotoilupalkinnon vuonna 1992.



KUVIO 8. Valmet Mega-Mezzo ohjaamossa istuin kääntyi 180 astetta.

3.2 Uuden vuosituhannen ohjaamot

Vuosituhannen vaihtuessa ohjaamosuunnittelussa oli tullut tietotekniikka merkittäväksi osaksi traktorin hallintaa. Uusien suurempien traktoreiden hallinta alkoi yhä enemmän tapahtua painonapeilla ja joystickeilla perinteisten vipujen sijaan. Ohjaamoiden muotoilu sai pyöreämpiä piirteitä ja yleensäkin hallintalaitteiden muotoilulle alettiin antaa suurta arvoa. Maatalouden murros kohti suurempia koneita kiihtyi 2000- luvulle tultaessa. Valmistajat esittelivät yhä suurempia koneita kasvavien tilojen tarpeisiin, mutta pieniäkään mallisarjoja ei unohdettu.

3.2.1 Valtran S -sarja

Suuren traktorin tarve tiedostettiin myös Valtralla, kun suuret vientimaat alkoivat vaatia ns. isoa traktoria valikoimiin myös Valtralta. Yli 200 hevosvoiman traktorin suunnittelussa lähtökohtina olivat kahteen suuntaan ajettavuus ja korkealuokkainen ohjaamon mukavuus. Ainoa avattava osa ohjaamossa oli ovi, jolloin ohjaamosta tuli hyvin tiivis ja hiljainen. Uusi S -sarja tuotiin markkinoille vuonna 2001 (kuvio 9). "Isossa Ässässä" lanseerattiin uusi pehmeänpyöreä muotoilulinja, ja se sai muotoilustaan Kultainen traktori-

palkinnon Bolognassa, Eima- maatalousnäyttelyssä 2003. Seuraavan sukupolven S-sarja lanseerattiin vuonna 2008. (Valtra historia 2010.)



KUVIO 9. Valtran S -sarja loi Valtralle uuden vuosituhannen muotoilun.

3.2.2 Nykyajan trendit ohjaamoergonomiassa

Nykytekniikka vaikuttaa merkittävästi nykyajan ohjaamoissa. Toki mekaaniselle tekniikalle on edelleen vahva kannattajansa, ja varsinkin pienissä traktoreissa perinteiseen tekniikkaan luotetaan laajalti. Kyse on enemmän käyttäjämieltyyksistä. Useille traktorivalmistajille on tärkeää, että heidän imagonsa säilyy modernina. Niinpä jatkuva kilpailu ohjaamoergonomian saralla on yhtä kovaa kuin vaikka kilpailu vaihteistoteknologiassa. Nykyaikainen portaaton vaihteisto on tuonut mukanaan äärimmäisen helpon hallittavuuden ja käyttömukavuuden. Satelliittipaikannukseen perustuva traktorin automaattiohjaus on nykyaikainen tulevaisuudessa yleistyvä trendi. Tarvitaanko ihmistä ollenkaan enää tulevaisuuden traktorissa?

Liikutamme 10-tonninpainoista järkälettä pienin sormenpään liikkein ja käännämme kynnöspellolla isoa kääntöauraa nappihydrauliikalla. Samalla monipuolinen ajotietokone tarjoaa käyttöömmme hyvin laajan valikoiman informaatiota sekä säätöjä. Hiljainen ohjaamo tarjoaa hyvät olosuhteet radion kuunteluun ja automaattinen ilmastointi pitää lämpötilan miellyttävänä. Tekniikka kehittyy kaikilla traktoritekniikan osa-alueilla. Traktorivalmistajille haastetta riittää tulevaisuudessakin pysyä kehityksen mukana.

4 Ergonomiatutkimus traktorin ohjaamoissa

Tämän opinnäytetyön tutkimuksellinen tarkoitus on käsitellä ohjaamoergonomiaa nykyaikaisessa traktorissa (kuvio 10). Työn rajaus asettaa painoarvonsa tiettyjen asioiden tutkimiseen ja raportointiin. Työn tilaajan toiveisiin perustuen työssä käsitellään muutamia olennaisia modernin traktoriohjaamon hallintalaitteita sekä graafisia havainnointilaitteita.



KUVIO 10. Massey Ferguson 7400 -sarjan ohjaamo varustettuna ajotietokoneella ja hallintalaittekyynärnojalla.

4.1 Laitteiden ergonomisia vaatimuksia

Yleisten ohjeiden mukaan työvälineen turvallisuuteen vaikuttavien hallintalaitteiden pitää olla selvästi nähtävissä ja tunnistettavissa ja varustettava tarvittaessa asianmukaisilla merkinnöillä. Ergonomian perusstandardit SFS-EN 614-1, sekä SFS-EN 894-1 asettavat perusvaatimukset näyttöjen, signaalien ja hallintaelimien suunnittelulle. Työterveyslaitoksen ergonomiaoppaassa (2006) on käsitelty laitteiden hallinnan yleisiä ergonomiasuosituksia. Lähdeaineistoa referoidaan samalla viitaten itse tutkimukseen traktoreissa esimerkein.

Työvälineiden näyttö- ja ohjauslaitteiden on oltava käyttäjiensä helposti omaksuttavissa ja sovelluttava heidän ajattelutapaansa. Tällöin toiminta on turvallista, tehokasta ja hallittua. Epävarmuus, henkinen kuormitus ja virhealttius vähenee. Kaikkien työtehtävissä tarvittavien tietojen tulee olla

helposti saatavilla ja ymmärrettäviä. Tietojen tulee olla helposti huomattavissa ja tarkoituksenmukaisina omassa toimintaympäristössään.

On myös olemassa vaikeuksia liittyen työvälineiden hallintaan. Tiedon vastaanotto voi vaikeasti havaittavissa tai vaikeasti ymmärrettävässä muodossa, tai sitä on liikaa kerrallaan. Tieto voi olla väärin esitettävissä, eikä se palvele varsinaista käyttötarkoitusta. Oppaat ja käyttöohjeet voivat myös olla puutteellisia. Havainnollisella käyttöohjeella saadaan aikaan nopea oppiminen ja tämän kautta hyvä käytettävyyys. (Ergonomiaopas 2006, 54 – 57.)

4.2 Ajotietokoneet ja mittaristot

Modernissa traktoriohjaamossa traktorin toimintojen säätäminen tapahtuu pitkälti yhteistyössä ajotietokoneen ja mittariston kanssa. Ajotietokoneissa on lukuisia toimintoja, joilla voidaan mitata aikaa, matkaa, työsaavutusta tai esimerkiksi polttoaineenkulutusta. Eri valmistajien ajotietokoneet poikkeavat aina jonkun verran toisistaan, mutta niiden tarkoitusperiaate on sama. Ne tarjoavat käyttäjälle informaatioita ja opastusta työn tehokkuuden maksimoimiseksi. Mittaristojen ja ajotietokoneiden sijoittelu on myös ratkaistu kullakin valmistajalla eri lailla. Nämä poikkeavat ratkaisut tarjoavat pohjan tutkimuksen suorittamiseen koneita vertailemalla. Ergonomiaoppaassa (2006) on käsitelty ihmisen kognitiivisia ominaisuuksia hallintalaitteiden käytössä.

4.2.1 Tarkkaavaisuus

Ihminen kykenee keskittämään tarkkaavaisuutensa tavallisesti vain yhteen tai muutamaan asiaan kerrallaan. Työvälineen käytössä ei pitäisi näin olla kovin montaa tarkkaavaisuutta vaativaa tehtävää. Esimerkiksi kova melu ja häiriöäänät ovat tarkkaavaisuutta häiritseviä tekijöitä. Tarkkaavaisuus tulee keskittää kerrallaan yhteen käsiteltävään asiaan. Tiedon tulisi olla sopivassa suhteessa käyttäjän muistikuormaan, mikä tarkoittaa olennaisen informaation vastaanottamista.

4.2.2 Tiedon käsittely

Tiedonkäsittely nopeutuu kokemuksen myötä. Esimerkiksi traktoreiden ajotietokoneen käyttöliittymän hyvällä suunnittelulla laitteen käytön oppii nopeasti. Tieto tulee esittää riittävän selkeästi. Oikeanlaisella kirjainkoolla, fontilla ja kontrastilla saadaan tieto havaittavaksi ja erottumaan taustasta. Tiedon tulee olla riittävän yksiselitteistä, jolloin sitä voi helposti tulkita ja ymmärtää. Yksinkertaiset ja loogiset esitystavat yhdessä loogisten toimintojen kanssa tuovat helpoutta tiedonkäsittelyyn kiiretilanteissa. Näytöt ja ohjaimet ryhmitellään samaan paikkaan ja samoihin liikesuuntiin. Samaa toimintaa varten tarkoitetut laitteet ryhmitellään samaan ryhmään. Tällöin niistä tulee yhdenmukaiset käyttää. Vikailmoituksissa tiedon vastaanottoa voidaan varmistaa käyttämällä äänimerkkiä tai signaalia tehostamaan viestin perillepääsyä.

4.2.3 Käyttöominaisuuksien näkyvyys

Näytön ja ohjauslaitteiden käyttöliittymän ulkoisten piirteiden tulisi havainnollistaa, kuinka niitä käytetään oikein. Hyvällä ohjainten ryhmittelyllä ja muotoilulla lisätään havainnollisuutta ja käsitystä laitteen toimintatavasta. Käyttäjän nähtävissä pitäisi olla, kuinka laite toimii, ja mitä sillä voi tehdä. Eri säätötilanteissa näyttöön tulee, missä vaiheessa ollaan ja, mitä tulisi tehdä päästäkseen oikeaan lopputulokseen. Tilannetta voidaan neuvoa pienillä ohjeilla käyttöliittymässä. Oikeanlainen tieto ohjaa käyttäjän myös oikeanlaisiin säätöihin. Mahdollisten virheiden sattuessa virhe tulee olla helposti nähtävillä. Toiminnan tulee olla peruutettavissa ja säädön palautettavissa alkutilaan.

4.2.4 Tiedon havaitseminen näyttölaitteissa

Näyttöjen sijoittelun tulee olla keskeisellä katselualueella 30 asteen sektoriin. Mittaristojen merkkikoon tulee olla sopiva suhteessa katseluetäisyyteen. Merkkien oikealla kontrastilla suhteessa taustaan saadaan selkeyttä. Esimerkiksi musta teksti näkyy hyvin valkoisella pinnalla. Merkkien teksti on koristeetonta ja pelkistettyä riittävällä rivivälillä. Näytön pinta on heijastumaton eri katselukulmista ja päivänvalosta (kuvio 11).



KUVIO 11. Valtra Direct koeajokoneessa tärkein informaatio esitetään analogisessa muodossa. Digitaalimittaristo on lisätiedolle.

Näyttölaitteessa esitetään tieto mahdollisimman käyttövalmiissa muodossa. Esitetään pelkistetyksi vain työn kannalta tärkeimmät tiedot. Mitattavan suureen sallitut rajat merkitään näkyviin. Parhaalla tavalla näytöt ja mittarit saadaan havainnollisiksi käyttämällä sopivasti sekä digitaalisia että analogisia mittareita. Traktoreissa on osoittautunut hyväksi esittää tärkeimmät mittarit analogisina ja vähemmän käytetyt digitaalisina. Analoginen mittari on nopeampi omaksua, kun tietoa tarkastellaan mittarista paljon, esimerkkinä voisi olla moottorin käyntinopeusmittari, joka paljon muuttuvana häiritsisi käyttäjän silmiä, jos se olisi digitaalisena.

4.2.5 Merkkivalot ja äänet

Tekstin liittäminen merkkivaloihin helpottaa toimintaan ohjaamista. Erilaisia värejä käytetään ilmaisemaan merkkivalon tärkeyttä. Punainen valo ilmaisee vaarasta tai kiellosta, kun taas keltainen toimii varoitus- ja kieltomerkkinä. Vihreä väri merkissä ilmaisee turvallista tilaa tai ohjaavaa tilaa. Sinisellä tarkoitetaan määräystä, eli valo käskee tekemään käyttäjän jonkin toiminnon. Merkkivalon vilkkumisella voidaan korostaa tiettyä toimintoa tai havaitsemista, mutta liikaa käyttöä tulee välttää. (Ergonomiaopas 2006, 58 – 61.)

4.3 Hallintalaittekyynärnojat

Nykyiset sähköiset ohjainjärjestelmät ovat tuoneet keskikokoisiin ja suuriin traktoreihin mukanaan hallintalaittekyynärnojat. Niistä hallitaan traktorin tärkeimpiä toimintoja, kuten vaihteistoa, hydraulikkaa ja nostolaitetta. Alalla on vallitsevana trendinä hallintalaitteiden oikeanpuolen hallintalaitteiden keskittäminen melkein kokonaan kyynärnojaan (kuvio 12) . Tähän auttavana vaikutuksena on ollut sähköisten hallintalaitteiden tarvitsema pieni tila. Painonapit ja joystick- ohjaimet tarvitsevat paljon vähemmän tilaa kuin mekaaniset vivut. Esimerkiksi nykyajan portaatonta vaihteistoa säädetään napeilla, jalkakaasulla tai pienellä liukuvivulla perinteisten useiden vipujen sijaan. Jalkakytkin on ohjaamossa mukana lähinnä turvallisuussyistä. Eri valmistajilla on omat toteutuksensa kyynärnojissa siitä, mitä toimintoja niistä ohjataan. Toiset ovat keskittyneet tärkeimpien toimintojen keskittämiseen kyynärnojaan, kun taas toiset valmistajat sijoittavat siihen melkein kaikki traktorin hallintalaitteet.



KUVIO 12. Case IH Puma CVX traktorin kyynärnojassa melkein kaikki toiminnot on keskitetty kyynärnojaan.

4.3.1 Ohjaimien fysiikkaa

Hallintalaittekyynärnojaan on sijoitettuna erilaisia ohjaimia, joilla koneen käyttäjä käskee konetta suorittamaan toimintoja ja toimintosarjoja. Ohjain

välittää käyttäjän toiveet koneen järjestelmille. Virheiden ja kuormituksen välttämiseksi ohjaimen tulee olla kädelle sopiva. Hyvin muotoillussa ohjaimessa käsi istuu luonnollisesti ja ohjaimen muotoilu tukee käden muotoja. Ohjaimen liikkeen tulisi olla sopivan jämäkkä ja nopealiikkeinen, jolloin se antaa nopeaa palautetta (kuvio 13). Ohjaustunnon pitää sopia traktorityön käyttötarkoitukseen. Koeajokoneissa on kussakin tietynlainen ohjain tai painikkeet, jolla traktorin liikkeitä ohjataan. Jokaisella valmistajalla on oma toteutuksensa. Oikealla ohjausvasteella olevassa vivussa on vähän vastetta, mutta se on silti kevyt käyttää sormivoimalla. Ohjausvaste on tärkeä myös hallittaessa hydraulisia työkoneita, kuten etukuormaajaa pienellä joystickilla.



KUVIO 13. Valtra Directin kyynärnojan joystickilla on hyvä ohjausvaste etukuormaajakäytössä.

Ohjaimien liikesuuntien on vastattava käyttäjän odotuksia. Esimerkiksi myötäpäivään kiertyvä nopeusvipu kasvattaa myös nopeutta suuremmaksi käännettäessä vipua myötäpäivään. Kaikki tiettyä käyttötarkoitusta vastaavat vivut olisi hyvä merkitä tietyllä värillä. Esimerkkinä traktoreissa käytetään yleisesti hallintalaitteissa tiettyjä värejä ilmaisemaan mihin kategoriaan vipu kuuluu. Esimerkkinä vaihteistotoimintovivut värjätään oranssilla ja hydraulikkavivut sinisellä. Väreillä voidaan ilmaista myös muualla traktorissa sijaitsevia toimintoja, jotka liittyvät hallintalaitteisiin. Esimerkkinä ulkoisen

hydrauliikan lohkoissa olevat värimerkinät, jolloin ohjaamossa sama väri löytyy saman lohkon ohjausvivusta.

Hallintalaittekyynärnojan valinnainen vaihtaminen vasemmalle puolelle istuinta mahdollistaa ylävartalon ja yläraajojen lihasten tasaisemman kuormituksen. Niskalihakset kuormittuvat tällöin myös tasaisemmin. Vertailuesimerkkinä voisi olla tietokonehiiren asentaminen toiselle puolelle päätettä. Työ kuormittaa tällöin tasaisesti koko kehoa. Kuitenkin hallintalaitteiden asettelu on sijoitettu koneissa yleensä oikealle puolelle kuljettajaa. Vanhemmissa traktoreissa hallintalaitteet olivat molemmilla puolilla kuljettajan paikkaa, mutta sijoittelu alkoi vakiintua vuosituhannen vaihteen aikoihin yhä enemmän kuljettajan oikealle puolelle. Yleisesti vasen käsi ohjaa ohjauspyörää ja oikea käsi käyttää muita toimintoja. Hallintalaitteiden pienentynyt koko on toisaalta myös mahdollistanut sijoittelun pienemmälle alueelle ohjaamossa. Tekniikan kehitys ja muotoilun lisääntyminen on myös omalta osaltaan vaikuttanut asiaan.

Hallintalaittekyynärnojan ohjainten tarttumapinnoissa voisi olla nihkeyttä paremman ohjaustuntuman saavuttamiseksi. Pieniä vipuja ja kytkimiä ohjataan usein sormenpääntumalla, jolloin karhennetulla pinnalla ote saadaan pitävämmäksi. Kyynärvarsi tuetaan kyynärnojassa löytyvällä tasolla. Kyynärnojan tason pintamateriaali olisi hyvä olla karhennettu, jotta kyynärvarsi pysyy paikallaan, ja samalla olkahartiasoutu on tuettuna. Huolimatta traktorien useista ajomukavuutta parantavista jousitusjärjestelmistä, ohjaamossa kuljettaja altistuu traktorin heilumisliikkeelle. Epätasaisella pellolla tai kuoppaisella tiellä ajaessa käsi heiluu kyynärnojan päällä, jolloin hallintalaitteete ei ole paras mahdollinen. Käden ollessa ohjaimella ote on parempi työskennellessä lyhyellä vipuvarrella kyynärvarsi koukistettuna. Käsi tuettuna työskentelyasento on parempi ja virhealttius pienempi. Siten työskennellään optimaalisesti hyvällä vipuvarrella. Kyynärvarsi tuettuna olka- ja hartiasseudun lihakset työskentelevät rennompina.

Työskenneltäessä erilaisilla kahvoilla ja näppäimillä sormet ovat koukussa ja käsi on kämmenen kohdalta irti alustasta. Käden kämmenosa voisi olla myös tuettuna kyynärnojasta. Vertailukohteena voisi olla tietokoneen yhteydessä

käytettävä hiirimatto, jossa maton etuosassa on kohouma kämmenen tukemiseksi.

Kyynärnojissa löytyvillä säätötoiminnoilla käden optimaalinen työskentelyasento säädetään siten, että ranne on suora ja sormet ovat vähän koukussa ja kyynärvarsi tukeutuu alustaan. (Ergonomiaopas 2006, 62 – 65, Pakonen 2010.)

4.3.2 Oikea ajoasento ergonomian perustana

Pyrittäessä hyvään ajoasentoon täytyy huolehtia, että istuin on oikein säädetty. Nykyaikainen traktorin istuin on monipuolisesti säädettävä ilmajousitettu matalataajuusistuimella. Joustoliikettä on sekä syvyys- pituus- että leveyssuunnassa (Kuvio 14). Kuljettajan hyvä istuma-asento lähtee oikeasta istuimen ja käsinojan asennosta. Ne tulee olla säädettyinä sopivasti siten, että käyttäjä tuntee olonsa rennoksi nojautessaan kyynärnojiaan asennossa, jolloin hän yltää hallintalaitteisiin.

Kuljettajan ajoasento pitää säätää siten, että selkä on tuettuna hyvin istuimesta löytyvällä ristiseläntuella. Kuljettaja saa hyvän istuma-asennon istuimen ristiselän tuella ja hyvällä istuimen muotoilulla. Olennainen asia on saada ylävartalon ja yläraajojen lihakset työskenneltäessä rennoiksi. Hyvään ajoasentoon kuuluu myös jalkojen tukeutuminen kokonaan lattiaan. Varsinkin lyhyille kuljettajille on istuimesta löydyttävä riittävän laajat säätöradat. Työn tauottaminen on tärkeää, koska tauoilla kiinnitetään huomiota työasennon muuttamiseen, ja näin kuormitetaan selkälihaksia tasaisemmin ja kuljettaja mahdollisesti välttyy niska- ja hartiavaivoilta, jotka ovat tyypillisiä erilaisten työkonoiden kuljettajille. Tauolla on merkitystä myös kuljettajan hyvinvoinnille. Muutama venytysliike työpäivän lomassa virkistää. (Pakonen 2010.)



KUVIO 14 . Nykyaikainen ilmajousitettu istuin on säädöiltään monipuolinen. (Kuva: Valtra Oy)

4.3.3 Ohjainten muotoilulla parempaa käytettävyyttä

Tehokas kevyt hallintalaite on tehty ohjausvasteeltaan sopivaksi. Sitä on helppo liikuttaa kuitenkin samalla koskematta vahingossa viereisiin ohjaimiin. Käden asento on luonnollinen ohjattaessa ohjaimesta, sekä ohjaaminen on rentoa. Hyvä ohjain kertoo vasteella silloin, kun sen liike on saapunut määränpäähen tai tiettyyn kohtaan. Asennolla ohjain kertoo samalla tavoin kuin mikä tahansa näyttölaite laitteen toiminnan. Kyynärnojissa on haasteena muotoilu, mistä näkee, kuinka hyvin kaikki toiminnot ovat yhden kämmenen ulottuvilla.

Yleensäkin traktorinohjaamossa on tärkeää, että kaikki hallintalaitteet ovat sopivasti käyttäjän ulottuvilla ja hän ulottuu laitteisiin kurkottelematta mihinkään. Niihin ulottuu hyvin joutumatta kiertämään selkää paljon. Hallintalaittekyynärnojassa on useimmiten paljon ohjainvipuja ja painikkeita, jolloin niiden muototunnistus on tärkeää. Eri muotoisia ohjaimia oppii tuntemaan helposti ja omaksumaan niiden loogisen käytön. Käytön myötä pelkällä sormituntumalla oppii huomaamaan, että säätää oikeasta ohjaimesta, vaikkei ohjaimeen katsoisikaan.

4.3.4 Virheiden esto

Isokokoisen traktorin ohjaamisessa on hyvin tärkeää, ettei pienillä ohjaimilla suoriteta tahattomia virheliikkeitä. Pieni virheliike voi aiheuttaa mittavan vahingon. Ohjainten sijoittelu tulisi tehdä loogisesti siten, ettei käyttäjä vahingossa voi painaa väärää nappia säädellössään toista ohjainta. Esimerkkinä voisi olla ajaminen traktorilla maantiellä kyntöaura nostolaitteissa. Säätäessään vaihteistoa on riski, että kyynärnojassa olevaa nostolaitteen painonappia säädetään vahingossa ja aurat putoavat tiehen kesken ajon. Ohjainten sähköinen lukitseminen pois päältä on hyvä varokeino tahattoman virheen estämiseen. Pienissä keinuviuissa voi olla myös mekaaninen kytkin, joka päällä ollessaan estää vivun tahattoman hipaisun. Asialla on merkitystä, kun keinuviuilla ohjataan tonnien painoisia työkoneita.

Suomalaisissa olosuhteissa ohjaimia tulisi pystyä käsittelemään myös käsineillä. Traktorivaihteiston pikavaihteiden painonapit ovat tyypillisiä ohjaimia, joita ohjataan ensin, kun kylmä kone käynnistetään talvella. Riittävän suurilla ja liikeradaltaan pitkillä napeilla ohjaaminen onnistuu myös käsineillä.

4.3.5 Ohjainten sijoittelu

Usein käytetyt ohjaimet sijoitellaan käsien työskentelyalueelle, ja vähemmän käytetyt voidaan sijoittaa luukun taakse. Kaikkia ohjaimia tulee kuitenkin pystyä käsittelemään käyttäjän kohtalaisella ulottuvuusalueella. Joissakin hallintalaittekyynärnojissa harvemmin käytetyt säätövivut on sijoitettu kannen taakse, jolloin niiden tahaton käyttö on samalla estetty. Samalla kyynärnojan

tärkeimmät toiminnot ovat helpommin omaksuttavissa. Ulkoapäin kyynärnoja näyttää esteettisemmältä, kun näppäimien lukumäärä on vähäisempi. Pienillä ratkaisuilla saadaan toimintojen ja ohjauskäskyjen parempi kognitiivinen hahmottaminen aikaiseksi. (Pakonen 2010.)

5 Koeajot

5.1 Miten mallit valittiin?

Koeajojen suunnittelu ja traktoreiden saaminen koekäyttöön oli myös oma prosessinsa. Siihen kuului valmistelevat toimenpiteet noin kahta kuukautta aikaisemmin traktorimyyjien kanssa. Valtran koeajojen toteutus poikkesi muista suunnittelultaan ja aikataulultaan. Valtran kanssa koeajojen toteutus sujui mutkattomasti ja traktori oli käytössä koko kevätseongin ajan, jolloin siihen sai myös ajotunteja mukavasti. Tilaamme kohdanneen tulipalon seurauksena traktorille tulikin oikea tarve nopealla aikataululla. Kevätyöt olivat ovella Vapun aikaan ja traktorille todellinen tarve. Saimme käyttöömmekaksi uutta Valtraa nopealla aikataululla. Toinen kone tuli rekkalavetilla tehtaalta ja toinen kone paikalliselta Oulun alueen jälleenmyyjältä. Tästä kiitokset alueemme traktorimyyjälle Topi Väänäselle sekä Valtran tuotepäällikö Matti Kalliolle.

Muiden traktoreiden saaminen koekäyttöön helmikuun aikana vaati jonkin verran suunnittelua myyjien kanssa. Kuitenkin mallit olivat mukavasti saatavilla ja aikataulut saatiin järjestettyä joustavasti myyjien kesken. Seuraavaa mallia pääsi yleensä noutamaan liikkeestä samalla kun toista mallia oli palauttamassa takaisin. Traktorimyyjät ja myyntipäälliköt suhtautuivat tämän tyyppiseen vertailuun mielenkiinnolla. He tarjosivat mielellään traktoreitaan koeajoon huolimatta siitä että työ oli tilattu kilpailevalle merkille. Myös heidän osaltaan esitettiin mielenkiintoa kertoa testiajojen tuloksia myös heille. Yhteenvetona koneiden saamisessa koeajoon ei esiintynyt minkäänlaisia ongelmia. Ainoastaan muutamien mallien saatavuusongelmat ohjasivat koeajojen toteutusta. Tästä kokonaisuudessaan joustavasta toiminnasta kiitokset kuuluvat alueemme traktorimyyjille sekä

aluemyyntipääliköille. Oulun alueen traktorimyyjien toiminnasta jäi minulle kokonaisuudessaan hyvin positiiviset kokemukset.

5.1.1 Valtra T132 Direct

Valtran portaattomalla vaihteistolla varustettu Direct (kuvio 15), sekä osapowershift vaihteistolla varustettu Versu julkaistiin syksyllä 2008. Mallit jakavat keskenään modulaarisen rakenteen, eli niiden rakenne ja ohjaamojärjestelyt ovat jokseenkin samanlaiset. Eroa on vain hieman vaihteiston rakenteessa ja vaihteiston käyttövivoissa ohjaamossa.

Valtran moottorina toimii iskuilavuudeltaan 6.6 litrainen Agco Sisupower joka kehittää 99 kw. Ohjaamon kuusipilarinen perusrakenne on peräisin vuonna 1991 esitellystä Mezzo/Mega mallisarjasta. Ohjaamon sisuta ja hallintalaitteet on päivitetty vastaamaan nykyajan vaatimuksia. Koeajomallina toiminut T132 Direct on valmistajan prototyyppi Direct mallisarjaan. Malli eroaa tuotantoversiosta ohjaamon sisustuksen sekä vaihteiston ominaisuuksien osalta. Ohjaamon sisustus ja sivupaneelin painikkeiden toteutus eroaa joiltakin osin valmistajan nykyisestä tuotantomallista. Kuitenkin ergonomiatestausta varten tällä ei ollut kovin suurta merkitystä. Mittaristo ja hallintalaittekyynärnoja vastaavat tuotantomalleja suurimmilta osin. Vaihteisto tarjoaa käyttäjälle kaksi nopeusaluetta, kun tuotantomalleissa nopeusalueita on tarjolla neljä. Testeihin tällä ei ollut vaikutusta, sillä vaihteiston ominaisuuksia ei varsinaisesti kokeilla tutkimusmenetelmänä.

Uudessa Direct mallin ohjaamossa on säilytetty muutamia Valtralle tyypillisiä ominaisuuksia. Ohjaamon lattia on tasainen ja istuin kääntyy 180 astetta. Yksi Valtran erikoisuus on taakseajomahdollisuus. Toinen vertailukone N121 Advance oli varustettu taakseajolaitteella. Ohjaamoltaan se vastaa paljon Direct mallia, joten uusia Valtroja oli kokonaisuutena helppo ajaa. Ohjaamojen perusrakenteen toteutus on samanlainen, mutta varsinainen testikone oli Direct. T132 Directissä oli varusteena ohjaamon mekaaninen jousitus sekä *Valtra Evolution* ilmajousitettu istuin ilmastoinnilla. Valtran ohjaamo on rungoltaan testijoukon pisin, johtuen sen taakseajomahdollisuudesta. Ohjaamomelua ilmoitetaan 68dB. (Niskanen 2009.)



KUVIO 15. Valtra T132 Direct on tehtaan prototyyppi.

5.1.2 John Deere 7530 E Autopowr

7530 E (kuvio 16) on John Deeren Saksan Mannheimissa valmistettu sarjansa suurin malli. Se esiteltiin yleisölle vuonna 2007. Mallista esiteltiin sähkögeneraattorilla varustetut E -mallit vuonna 2009. Traktorissa on 6,8 litrainen 132 kilowatin *PowerTech Plus* -moottori, ja se on varustettu portaattomalla *AutoPowr* vaihteistolla ja sähköhydraulisella suunnanvaihtajalla. Mallissa on lisävarusteena muun muassa etunostolaite ja etuvoimanotto, sähköohjatut ulkoisen hydrauliiikan venttiilit sekä satelliitti ajo-opastusjärjestelmä.

John Deeren E -malleissa on kampiakselin päähän sijoitettu sähkögeneraattori korvaamaan laturin tarvetta. Lisäksi traktorissa on otettavissa sähkövirtaa ulkopuolisia työlaitteita varten. Tämä ominaisuus on John Deeren viimeisin uutuus traktoreissaan.

John Deeren ohjaamon perusrunkorakenne on peräisin 1990-luvulla esitellystä 6000 -sarjasta. Ohjaamo on päivitetty useaan otteeseen vuosien varrella. Viimeksi ohjaamo uudistui 6030 ja 7030 -sarjojen esittelyssä, jolloin

siihen uudistettiin muun muassa mittaristo ja sivupaneelin hallintalaitteet. Ohjaamo on nelipilarinen ja siihen on kaksi kulkuovea. Tilavuudeltaan ohjaamo kuuluu testijoukon pienimpiin. Istuimelle ei ole taaksepäin kääntymisen mahdollisuutta. Ohjaamomeluksi valmistaja ilmoittaa 70,6 dB. (Niskanen 2009.)



KUVIO 16. John Deere 7530E Premium

5.1.3 Fendt 820 Vario TMS

Saksalainen traktorinvalmistaja Fendt esitteli portaattoman Vario voimansiirron keskikokoisiin traktoreihin 700 -sarjassa vuonna 1998. Tästä sarjasta luokkaa suurempi 800 -sarja esiteltiin vuonna 2003 (kuvio 17). Mallisto päivitettiin vuonna 2006, ja ne varustettiin uusilla moottoreilla vuonna 2007. 820 Vario TMS on sarjansa suurin malli, jossa on moottorina Deutzin 6,1 litrainen, 140 kilowatin commonrail moottori neliventtiilikannella. Portaattonta Vario ML 160 vaihteistoa ja dieselmoottoria hallitaan TMS-ohjausjärjestelmällä. Vario on eniten valmistettu portaaton voimansiirto maailmassa, ja samaa vaihteistoa käytetään myös Massey Fergusonin 7400 -sarjassa. Portaattomassa vaihteistoteknologiassa Fendt Vario on toiminut suunnannäyttäjänä traktoriteollisuudessa.



KUVIO 17. Fendt 820 Vario TMS

Fendtin vakiovarusteluun kuuluu muun muassa *Varioterminal* -ajotietokone sekä *Variotronic* -päisteautomatiikka. Lisävarusteina mainittakoon xenon -valot eteen ja taakse sekä pneumaattinen ohjaamonjousitus.

Fendt käyttää samaa ohjaamoja 700- ja 800 sarjan malleissa. Sen kuusipilarinen perusrakenne on peräisin 1990 -luvulta. Traktorin tärkeimpiä toimintoja hallitaan monitoimi joystickista sekä *Varioterminal* näyttöpaneelistä. Ohjaamomeluksi ilmoitetaan 72 dB. (Niskanen 2009.)

5.1.4 Massey Ferguson 7485 DynaVT

Ranskalainen perinteikäs traktorivalmistaja Massey Ferguson on perinteisesti ollut ohjaamoergonomian suunnannäyttäjänä monen mallin historiassa. Esimerkiksi 3000 -sarjan ohjaamo 1980 -luvulla oli aikanaan todella hiljainen. Myös 7400 -sarjan ohjaamossa on aistittavissa 3000 -sarjan ohjaamon tunnelmaa. Portaattomalla voimansiirrolla oleva MF 7400 -sarja julkistettiin vuonna 2003. Sen vaihteisto on Fendtin valmistama ML 160, eli sama vaihteisto kuin koeajetussa Fendt 820 Variossa. Tässä näkyy samaan AGCO konserniin kuuluvien merkkien yhteistyö. Ohjaamon toteutus ja traktorin ohjelmisto on MF:n omaa osaamista. Ohjaamon perusrakenne on

kuusipilarinen ohjaamo, jossa on kaarevat takasivulasit. Ohjaamomeluksi valmistaja ilmoittaa 71 dB.

Koeajetussa 7485 DynaVT mallissa (kuvio 18) on jotakuinkin perusvarustelu. Lisävarusteena mallista löytyy automaattinen ilmastoitus ja ilmastoitu matalataajuusilmajousitettu istuin. Todettakoon, että yleisesti tämän kokoluokan traktoreissa on jo vakiovarustelu hyvin kattava. Valitettavasti tässä koeajomallissa ajotietokone oli vain perusversio. Lisävarusteena saa Fendtin *Varioterminaalin* tapaisen *Datatronic* -ajotietokoneterminaalin. (Niskanen 2009.)



KUVIO 18. Massey Ferguson 7485 DynaVT

5.1.5 New Holland T6070 PowerCommand

CNH -konserniin kuuluvan New Hollandin 6000 -sarjan traktorit (kuvio 19) valmistetaan Iso-Britanniassa Basildonin traktoritehtaalla. Keskisuureen luokkaan kuuluva sarja esiteltiin yleisölle vuonna 2007. Moottoreina ovat 6,7-litraiset CNH-Ivecon moottorit. Tässä mallissa tehoa löytyy 103 kw. Muista traktoreista poiketen New Hollandin vaihteisto on 19/6 -välityksinen *täyspowershift* vaihteisto. Kyseessä ei siis ole portaaton voimansiirto, vaan välitykset vaihtuvat nappia painamalla. Käytännön ergonomian toteutuksessa

ei kuitenkaan suuria eroja ole, sillä vastaavilla hallintalaittekyynäroilla ohjataan nykyään myös *powershift* malleja.

Ohjaamo on nelipilarinen, ja se on varustettu koko kyljen mittaisilla sivuovilla. Lisäksi ohjaamosta löytyy muovilasilla sekä häikäisykaihtimella varustettu kattoluukku. Ohjaamon yleinen sisustus myötäilee valmistajan sinistä linjaa. Melutasoksi valmistaja ilmoittaa 71 dB. Varusteiltaan traktori on melko perusversiota vastaava. Varustelistalta löytyvät etupainot sekä ilmastointi. Hintaluokassa New Holland on hankintahinnaltaan testijoukon halvin, koska *powershift* vaihteisto on halvempi hankintahinnaltaan. (Niskanen 2009.)



KUVIO 19. New Holland 6070 Power Command

5.2 Koeajojen suunnittelu ja toteutus

Koeajot toteutettiin Tyrnävällä sijaitsevalla maatilallamme vuosina 2009 ja 2010. Tilalla viljellään viljaa sekä perunaa siementuotantona. Valtran prototyyppiä ajoimme toukotöiden aikaan toukokuussa 2009. Tähän aikaan Valtra Direct ei ollut vielä sarjatuotannossa. Muiden koneiden koeajot toteutettiin pääasiassa helmikuussa 2010. Koneet olivat hyvin varusteltuja maahantuojan esittelykoneita. Aikataulujen venyminen keväällä 2009 johtui maatilalla tapahtuneesta tulipalosta opinnäytetyön ollessa kesken. Tämä viivästytti opintoja kirjoittajan hoitaessa välillä tilaa ja rakentaessa uutta kone-

ja perunavarastoa tilan toiminnan turvaamiseksi. Toisaalta koeajokone tuli sopivasti oikeaan tarpeeseen, koska tilan ykköskone paloi myös konevaraston mukana.

Koeajojen erilainen aikataulu Valtran sekä muiden merkkien välillä asetti haasteensa koeajojen suunnitteluun talviaikaan, jolloin kasvinviljelytilan töitä on satunnaisesti. Tilalla käynnissä olleisiin metsätöihin ei uusilla hienoilla koneilla ollut asiaa, johtuen muun muassa koneiden huonosta pohjapanssaroinnista ja metsäkäyttöön sopimattomasta rengasvarustuksesta. Valtran Directiä päästiin käyttämään tilan normaaleissa toukotöissä. Lisäksi koeajoa täydensi käytössä ollut Valtra N121 Advance (kuvio 20), jonka ohjaamo eroaa Valtra T132 Directistä vain muutamilta yksityiskohdiltaan. Verrokkina hieman vanhemmasta tekniikasta toimi tilan käytössä oleva Valtra 6550 HiTech, vuosimallia 1999.

Koeajojen suunnittelu talviaikaan oli haasteellisempaa. Koeajot suunniteltiin niiden resurssien mukaan, mitä talviaikaan tilalla on käytössä. Toisaalta ohjaamoergonomian tutkiminen ei välttämättä edellytä tunteja kestäväää käyttöä koneita ohjaten, vaan sitä voi tutkia erilaisin menetelmin myös pihalla. Koeajokoneiden varustelu oli myös onneksi jokseenkin yhdenmukainen, jolloin vertailut olivat realistisia.



KUVIO 20. Tilalla käytössä olleet T 132 Direct ja N 121 Advance palaneen hallin pohjalaatalla.

5.3 Testausmenetelmät

Valtra Directin testausaika kesti noin 3 viikkoa käsittäen noin 50 työtuntia. Testiaika oli kevättöiden kiivainta aikaa, jolloin Valtralla tehtiin erikoiskasvinviljelytilan viljelytöitä sekä jonkin verran maansiirtourakointia pellolla toiselle maatilalle. Tehtävät olivat kyntöä, äestystä, lanausta ja etukuormaintöitä. Lisäksi traktorilla ajettiin maanajoa maanajokärryillä ja haettiin siemenperunoita perunavarastolta perunakärryillä. Traktorilla tehtiin sopivassa määrin peltotöitä ja siirtoajoa. Työtehtävät löytyvät eriteltynä yhteenvetona liitteistä. Testikuljettajat koostuivat perheen traktorikuskeista, mutta itse ajoin valtaosan ajotunneista. Traktorissa oli mukana digitaalikamera kuvausta varten. Testipäiväkirjaan sekä muistilehtiöön kuljettajat kirjoittivat havaitsemiaan asioita muistiin.

Muiden testikoneiden osalta talviaika asetti omat rajoitteensa toimintaan. Koeajot suunniteltiin konemyyjien kanssa helmi- ja maaliskuun aikajaksolle. Yksi kone oli koekäytössä yleensä 4-6 päivää. Koneina perässä käytettiin

pääasiassa takalanaa ja lastattuja perunakärryjä. Etukuormaajaa käytettiin, mikäli se oli koneessa varusteena. Toisaalta ergonomiatestaus ei välttämättä vaadi niin intensiivistä oikeissa työolosuhteissa tehtävää testausta, koska mittaristoja, ajotietokonetta ja kyynärnojaa pystyy testaamaan myös talviaikaan. Koekilvillä olevilla esittelykoneilla ei saa suorittaa työtehtäviä tai urakointia maantiellä. Koneiden avulla pystyttiin kuitenkin myös talvella käyttämään yhtä aikaa useita eri testikohteiden ominaisuuksia. Käytännön käytettävyyttä oli tavoitteena pyrkiä realistisesti mukailemaan. Niin Valtrassa kuin muissakin koneissa kyynärnojan ergonomiatestit tehtiin osin hallissa ja hallin pihalla traktorin seisoessa paikallaan. Koeajoissa testeillä pyrittiin arvioimaan käytettävyyttä ja mukailemaan koneen oikeaa käyttöä.

Tutkimukseen otetaan kolme olennaista traktoriohjaamon havainnointi- ja hallintalaitteistoa. Ensimmäisenä tarkastelun alana ovat traktoriohjaamoiden mittaristot. Seuraavassa osiossa käsitellään ajotietokoneiden ominaisuuksia. Kolmantena asiana vuoron saavat hallintalaittekyynärnojat. Tarkastelu tapahtuu ergonomian ja käytettävyyden näkökulmasta tutkittuna. Ominaisuudet pyritään tuomaan esiin vertailemalla Valtran sekä kilpailijoiden tuotteita käytännön toimintaympäristössä. Tuloksia eritellään tietyillä hyväksi koetuilla käytettävyytutkimusmenetelmillä. Tutkimusta havainnollistetaan tiettyjen työtoimintojen kautta, joita testitraktoreilla tehdään. Ennen varsinaista tutkimusta työssä kerrotaan kuitenkin ergonomian ja käytettävyyssuunnittelun perusvaatimuksia edellä mainituille tutkimuskohteille. Ergonomian osa-alueella apunani on tutkimuksessa alansa ammattilaisia. Heidän näkemyksiään vertaamme omiini saavuttaen toivon mukaan uusia näkökulmia. Seuraavaan osioon perustuviin ergonomiasuosituksiin viitataan koeajoissa.

5.4 Testausvälineet

Hallintalaittekyynärnojan ergonomiatestauksessa käytettiin keveätä rannetukea (*Rehband*) sekä kyynärnivelen epicondylititukea (*Rehband*). Rannetuella (kuvio 21) tuetaan ranne suoraan asentoon, ja peukalon ja sormien asento on optimaalinen työskenneltäessä. Rannetuessa on muotoiltu tukirauta sisällä. Rannetukea käytetään muun muassa silloin, kun rannenivelessä on

nivelreuman aiheuttamia muutoksia. Rannetuki myös estää rannenivelen ylikuormittumisen esimerkiksi kiireiseen aikaan.

Epicondylitiitin tarkoituksena on tukea kyynärnivel työskenneltäessä hyvään asentoon varsinkin toistotyössä. Ajatuksena on, että työskentelevä käsi voidaan tukea tällaisen laitteen avulla ja näin ehkäistä kyynärnivelen yllirasittumista. Käden lihakset ovat hartioista lähtien rennot ja laite ehkäisee myös niska- ja hartiavaivoja. Tämä on tyypillinen apuväline mm. urheilijoilla.

Nihkeänä pintana kokeiltiin liukuestemattoa, joka on tarkoitettu apuvälineeksi pitämään tavaroita paikoillaan. Tällä menetelmällä kokeiltiin, paraneeko ranteen sivuttainen tuki kyynärnojaissa, kun pinta on pitävämpää. Ajettaessa kuoppaisella tiellä tai pellolla traktorin kuljettajaan kohdistuu paljon sivuttaisia g-voimia. Käden nojatessa kyynärnojaan voidaan karhealla pinnalla ehkäistä ylävartalon tahattomia heilahdusliikkeitä ja huojuntaa. Samalla ote traktorin hallintalaitteisiin paranee ja työskentelyote on pitävämpi. Eri traktoreissa kyynärnojan pintamateriaali vaihtelee nihkeästä hyvinkin liukkaaseen pintaan.



KUVIO 21. Kuvassa vasemmalta oikealle, Nihkeä pintamatto, nihkeät käsineet, rannetuki, kyynärtuki.

Ajotietokoneterminaalien käytettävyyttä mitattiin koeajojen aikana havaituilla asioilla verraten teoriapohjaan. Olennaisia asioita olivat ajotietokoneen

toimintojen helppo selattavuus, valikoiden toimivuus ja informaation selkeys. Helpolla selattavuudella eri informaatiota voidaan löytää nopeasti työskentelyn aikana. Halutut toiminnot löytyvät loogisesti ja käytön oppiminen on nopeaa.

Mittaristoissa painoarvoa sai helppo luettavuus ja tiedon nopea löytäminen. Mittaristojen grafiikan ja värien käyttöä arvioitiin. Sijoittelua arvioitiin luettavuuden ja fyysisesti oikean lukuasennon kautta. Pimeävalaistusta ja merkkivalojen muotoa arvioitiin pimeäolosuhteissa. Digitaalisten ja analogisten mittareiden toteutusta sekä käyttötarkoitusta arvioitiin. Tehtyjä havaintoja merkittiin opinnäytetyön liitteenä oleviin excel-taulukoihin, jotka selitetään seuraavissa tutkimusosuuksissa.

6 Koeajot

6.1 Valtra T 132 Direct

Valtran testijakso alkoi toukokuun puolivälissä 2009. Heti kuljetuslavetilta laskeuduttuaan se pääsi osallistumaan maatilamme kevättöihin (kuvio 22). Prototyypikoneessa ei ollut tarjolla ohjekirjaa, mutta ohjekirjan ulkoasu vastaa suurelta osin N121 -mallin ohjekirjaa. Sen ulkoasu ja havaittavuus on testin parasta tasoa. Kirjassa on paljon havainnollistavia kuvia ja ratkaisumalleja ongelmatilanteisiin. Luonnollisesti Suomen kielen toteutus on kotimaisen koneen ohjekirjassa puhdasta eikä kirjassa esiinny kielellisiä epäkohtia. Aikaisempi kokemus ja tietotaito Valtrasta oli apuna koneeseen tutustumisessa. Directin saa liikkeelle helposti. Vain nopeusalueen valinta painokatkaisijalla, jonka jälkeen painetaan kaasupoljinta. Näin kone oli valmis testijaksolle.



KUVIO 22. Ensimmäisenä Valtralla kekeiltiin tasaustöitä takalanalla.

6.1.1 Selkeälukuinen mittaristo

Valtra Directin mittaristo (kuvio 23) on saanut perusmuotoilunsa 2000 -luvun alussa uudistetuista mittaristoista. Tällä välin mittaristoa ja koetaulua on modernisoitu ja uudistettu maltillisesti. Mittariston perustana ovat analogiset perusmittarit, joista selviävät moottorin kierrosnopeuden, ajonopeuden, moottorin lämpötilan sekä poltonesteen määrän lukemat. Mittariston alaosaan on sijoitettu merkki- ja huomiovalojen signaalivalot.



KUVIO 23. Mittaristo on perinteikkään selkeälukuinen.

Mittariston analogista tietoa täydentää digitaalinen ajotietokoneen tarjoama informaationäyttö. Se koostuu kahdesta vakionäytöstä ja kahdesta valinnaisesta näyttötilasta. Alapuoliset vakionäytöt näyttävät pysyvästi ajotunnit ja kellonajan. Valinnaiseen näyttötilaan voidaan valita keinukytkimellä valinnaisesti näkymään kaksi eri näkymää ajotietokoneen tiedoista. Esimerkiksi yläpuoliseen näyttöön valitaan hetkellinen kulutus ja alapuoliseen näyttöön tutkan mittaama renkaan luistoprosentti. Näkymää ja tietoa voi valita kymmenistä mittaustavoista mieleisekseen. Tuplanäytön voi myös vaihtaa näkymään isompana, jolloin kahden tiedon sijasta näytetään yksi tieto isompana.

Mittariston luettavuus on hyvä (kuvio 24). Yleisilme on rauhallinen, vaaleaa tekstiä harmaalla taustalla. Analogimittarit ovat riittävän isoja, jolloin tiedonluku on helppoa. Analoginen nopeusmittari täydentää digitaalista nopeusnäyttöä. Ajotietokoneen digitaalimittareiden luettavuus on kohtalaisen hyvällä tasolla. Perusasetuksessa pieneen näyttöön on laitettu paljon tekstiä, joka häiritsee paria konetta ajanutta kuljettajaa. Näytön vaihtaminen yhden tiedon näyttöön paransi asiaa, ja tämä on hyvä ominaisuus. Muut kuljettajat pitivät tätä helpompana luettavuudeltaan.



KUVIO 24. Luettavuutta heikentää paksukehäinen ohjauspyörä. Mittaristovalistus on miellyttävä.

Mittariston suojana toimiva muovilasi heijastelee jonkin verran tietyistä suunnista katsottuna aurinkoisena päivänä. Kuitenkaan ominaisuus ei ole häiritsevää. Mittariston yövalaistus koostuu sinertävällä valolla valaistuista analogimittareista ja vihreällä taustavalolla olevista tummista digitaalinäytöistä. Ratkaisu tuntuu onnistuneelta, koska sitä on mukava katsella hämärässä. Rauhalliset värit eivät häiritse luettavuutta.

Mittariston symbolivalot ovat ryhmiteltyinä vierekkäin mittariston alaosaan. Ne ovat taustavalaistuja symbolinäyttöjä. Niistä selviävät muun muassa nelivedon tila ja huomio- ja varoitussymbolit. Valot on valaistu standardivärien mukaan, jolloin esimerkiksi varoitusvalot ovat oransseja. Valot toimivat hyvin. Niissä on riittävän voimakas taustavalo, jolloin ne näkee hyvin myös päivänvalossa. Värit erottuvat hyvin ja symbolit erottaa melko hyvin. Kokonaisuudessaan Valtran mittaristo on onnistunut käyttötarkoituksessaan. Perustoiminnot ovat selkeästi näkyvissä ja lisänäyttöihin voi valita runsaasti informaatiota näkymään yhtä aikaa.

6.1.2 Kattava ajotietokone kahdessa näytössä

Valtrassa on vakiovarusteena kattava ajotietokone, josta voidaan seurata samanaikaisesti monia traktorin toimintoja työn tehokkuuden parantamiseksi (kuvio 25). Valittavissa on mittauksia muun muassa polttoaineen kulutuksen sekä työsaavutuksen mittaukseen. Ajotietokone tarjoaa informaatiota saataville kaikkiaan kolmeen eri näyttöpisteeseen, joihin kuljettaja voi muokata haluamansa tiedot. Hallintalaittekyynärnojaan on sijoitettu näyttöterminaali, josta säädetään keskeisiä traktorin asetuksia (kuvio 26). Se toimii myös ajotietokoneen näyttönä. Esimerkiksi kuljettaja voi säätää mittariston näytöille polttoaineen kulutusta mittaavat näytöt. Samalla kyynärnojan näytöstä voidaan seurata hehtaariohtaista työsaavutusta ja vaihteiston lämpötilaa. Toimintovalintoja on lukuisia eri työtilanteita varten.



KUVIO 25. Ajotietokoneen digitaaliset näytöt sijaitsevat koetaulussa.

Ajotietokone tarjoaa kattavan skaalan traktorin informaatioita. Tämä yhdessä monipuolisen selausvalikoiman kanssa tekee ajotietokoneesta hyvin monipuolisen. Ajotietokonetta käytetään mittariston toimintojen osalta mittariston sivulla sijaitsevista keinukytkimistä. Ensimmäisellä kytkimellä selataan valikkoja ja toisella kytkimellä valitaan näytön tila ja nollataan mitta-arvoja. Hallintalaittekyynärnojan valikkoja selataan kyynärnojassa sijaitsevasta kalvonäppäinryhmästä. Käytettävyydessä olisi osin parantamisen varaa. Mittariston keinukytkimet sijaitsevat hieman liian kaukana kuljettajan ulottuvuusalueelta, jolloin säätämistilanteessa pitää kyyristyä jonkin verran eteenpäin. Tämä vaikeuttaa säädön tekemistä esimerkiksi kynnöspellolla ajettaessa. Selkä on irti penkistä, jolloin säädön teko on vaikeampaa. Lisäksi keinukytkimen tunnollisuus voisi olla parempi. Keinukytkimen sijasta valikoiden selaukseen sopisi vaikka pyöritettävä säätörulla John Deeren tapaan. Kyynärnojan valikoiden säätö onnistuu kohtuullisen näppärästi kalvopainikkeiden kautta. Tällöin nuolinäppäimillä liikutaan valikoissa ja esc-napilla ja ok-napilla siirrytään ja poistutaan valikoista toiseen.

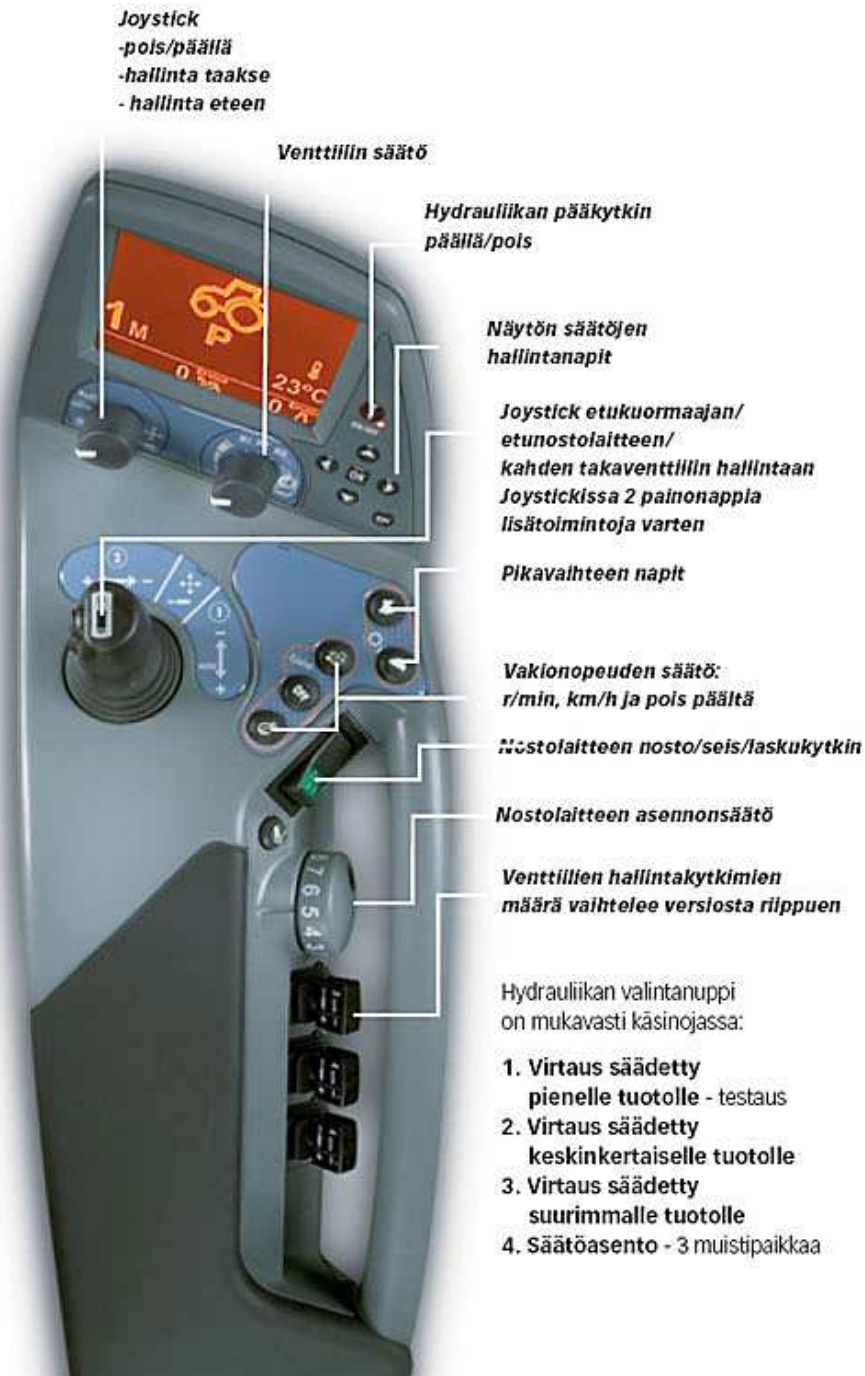


KUVIO 26. Hallintalaittekyynäroista löytyvät myös ajotietokoneen valinnaiset näyttötilat.

Ajotietokoneen luettavuutta kyynäroissa heikentää näytön pinnan heijastelu. Usein kirkkaalla ilmalla näyttö heijasteli niin, että näytöstä nähdäkseen joutuu liikkumaan sivulle, jotta näytöstä saisi selvää. Näytön heijastamattomalla pinnalla tämä saataisiin estettyä ja parannettua käyttöturvallisuutta. Näytön tietoja haettaessa heijastusten takaa on alttiina, että tarkkaavaisuus muuhun ajoon herpaantuu. Sivupilarissa sijaitsevan näytön luettavuus on hyvä. Se osuu kuljettajan näkökenttään sopivasti, eikä siihen ole laitettu samaan liikaa erilaista informaatiota. Ajotietokoneiden ominaisuuksien yhteenvetotaulukko löytyy liitteistä. kts. liite 21.

6.1.3 Hallintalaittekyynäroja

Kyynärojan muotoilu on tuttu aikaisemmasta Advance -mallisarjasta, joka on vieläkin tuotannossa. Versu- ja Direct- malleihin kyynäroja tuotiin melkein samanlaisena tuotantoon. Ainoastaan vaihteistonhallintanappien käyttötarkoitus muuttui. Kyynäroja rakentuu hallintalaitteista, infonäytöstä ja otekahvasta nojan ulkoreunalla (kuvio 27).



KUVIO 27. Valtra Arm -kynnärnojan toiminnot. (Kuva: Valtra Oy)

Kynnärnojan ergonominen puoli on kunnossa. Kynnärnojassa on kattavat säädöt. Sitä voidaan säätää pituus- leveys ja korkeussuunnassa, jolloin useimmat kuskit saavat säädöt kohdilleen. Huomattavaa oli mahdollisuus säätää kynnärnojaa sivusuunnassa sivuun, jolloin istumatila kasvaa. Pintamateriaalina on sopivan nihkeäpintainen kumikalvo. Kynnärvarsi saa laajasti tukea tästä pinnasta. Kynnärnojaa kiertävä kahva on hyvä tuomaan

tukea samalla kun suoritetaan säätötoimintoja. Kuljettaja saa kahvasta hyvin tukea traktorin ajossa. Sivuttaisheilunta peltoajossa vähenee ja hallintaotteiden tarkkuus paranevat tämän myötä.

Hallintalaitteiden käyttöergonomia on kunnossa. Joystick tyyppinen hydrauliiikan hallintaohjain on tarkka ja tunnokas. Tämä tuli testattua kattavasti etukuormainkäytössä. Traktorilla siirrettiin muun muassa perunansiemenien kuormalavoja, joiden käsittely vaati hyvin tarkkaa ohjaustuntumaa. Muut hydrauliiikan keinuvivut sijaitsevat taempana kyynärnojassa, ja niiden käyttö tapahtuu sormenpäillä samalla kun käden ote on tuettuna tukitankoon. Tässä korostuu myös käytön tukeva hallintaote, koska käsi on samalla jämekästi tuettuna. Hydrauliiikalle on turvallinen ja jämäkkä hallintaote.

Kyynärnojan pyöritettävä asennonsäätörulla saisi olla ohjausvasteeltaan jämekämpi. Esimerkiksi maantasaustoissa perälevyllä tämän huomasi liiankin keveänä ohjaustuntumana, jolloin levy haukkasi maata turhan herkästi. Tarkkaa säätöä oli vaikea löytää.

Grammerin valmistamassa istuimessa on matalataajuustekniikkaan perustuva ilmajousitus ja ilmastointi. Istuin on mukava ja sähkösäädöillä saa selälle hyvän tuen helposti. Ainoastaan istuimen automaattinen jousituksen herkkyyssäädin toimi liian herkästi. Istuimen ilmakompressorin ääni on voimakas.

6.1.4 Valtran Koeajotuntumia

Valtran koeajoprosessi oli monipuolisempi ja se käsitti enemmän työtoimintoja kuin muiden koneiden koeajoissa talviaikaan. Tämä asetti myös ergonomiatestaukseen enemmän aikaa. Ajotunteja kertyi Valtraan huomattavasti enemmän kuin muihin testikoneisiin. Koeajokone oli tehtaan prototyyppi Direct mallista, joka asetti omat rajoitteensa testaukseen, ja tämä vaikutti osin testituloksiin. Vertailukelpoisempi malli olisi ollut valmistajan sarjatuotantomalli, jota ei koeajojen aikaan ollut saatavilla. Kuitenkin koeajomalli vastaa suurelta osin toteutukseltaan sarjatuotantomallia.

Tekniikan toimivuudessa Direct antoi selvästi ymmärtää olevansa testikone. Vaihteiston pienet ohjelmaviat sekä lukuisat vikakoodit olivat arkipäivää. Kuitenkaan kyse ei ollut vakavista vioista, vaan tilanteista selvittiin vikakoodin kuittauksilla ja yhteydenpidolla tehtaan henkilökuntaan. Ajomelua koneessa oli enemmän kuin sarjatuotantokoneissa, johtuen pois otetuista muovisisustuksista ohjaamon alaosassa.



KUVIO 28. Valtra perunamaalla äkeen edessä.

Valtran kokeilujakso oli mielenkiintoinen tutustuminen valmistajan viimeisimpään uutuusmalliin. Koeajojaksolla pystyttiin kokeilemaan traktorin ominaisuuksia vaihtelevissa työtehtävissä kasvinviljelytilan kevättöissä (kuvio 28 ja 29). Prototyypimallissa oli joitakin ominaisuuksia, joita voi kuvitella sisältyvän normaaliin testitoimintaan protokoneiden kanssa. Näitä olivat muun muassa tehtaan testikoneeseen asentamat mittauslaitteet, joista pystyi katsomaan myös harvinaisempaa mittaustietoa traktorin sisältä.

N121 Advance koneen saaminen ajoon oli hyvä vertailukohta Directille. Näissä koneissa näkee kuinka pienillä muutoksilla on saatu tehtyä periaatteessa täysin toisella periaatteella toimiva vaihteistonohjaus samoissa ulkomuodoissa. Muun muassa hallintalaittekyynärnojat ovat kummassakin lähes identtiset, vaikka Advance edustaa perinteistä vaihteistoa.



KUVIO 29. Valtralla suoritettiin siirtoajoa maanajo- sekä perunakärryillä.

6.2 John Deere 7530 E AutoPowr

John Deere oli ensimmäinen talven 2010 koeajokoneista. Aikataulujen suunnittelujen kautta John Deere oli ensimmäisenä mahdollista saada ajoon. Vain muutaman ajotunnin mittariinsa saanut kone oli uutuuttaan hohtava. Istuimet ja sisustat olivat vielä tehtaan suojamuoveissa. Mielenkiintonsa John Deeren testaukseen toivat poikkeuksellisen runsaat lisävarusteet.



KUVIO 30. FieldStar satelliittiohjaukseen perustuvaa täsmäviljelyjärjestelmää päästiin kokeilemaan John Deeressä.

6.2.1 Yleiset ensivaikutelmat

Nelipilarirakenne ja kaarevilla laseilla varustettu ohjaamo tarjoaa hyvän näkyvyyden joka suuntaan. Ohjaamo on suhteellisen leveä, mutta monia kilpailijoitaan lyhyempi. Ensimmäisenä ohjaamossa huomion kiinnittävät keskitetyt toiminnot eri paikkoihin. Mittaristot, ajotietokoneet ja ohjaustoiminnot on keskitetty hyvin selkeästi omiin ryhmiinsä (kuvio 30 ja 31). Ruskeanharmaa yleisväritys vallitsee joka puolella. Ohjaamon yläpaneelistä löytyvät ilmastoinnin, lämmityslaitteen ja radion kytkimet. Ohjaamo on melko hiljainen, tosin moottorin ääni on aika karkea kiihdytettäessä. Voimansiirron äänet kasvavat tieajossa, ja välillä voimansiirrosta kuului joitain hajaääniä. Yleisesti ottaen moottorin käyntiäännessä esiintyy karkeutta joillakin kierroksilla. Uutta sähkötekniikkaa edustava traktori herätti mukavasti odotuksia uuden tekniikan testaamiseen. Lisäksi varusteena ollut satelliittiohjausjärjestelmä oli mielenkiintoinen tuttavuus.

Ohjekirjasta löytyvät traktorin käyttöön vaadittavat käyttö- ja huolto-ohjeet. Ohjekirjan ulkoasu on onnistuneen oloinen. Sisällöltään ohjekirjasta löytyi melko hyvin testin aikana ilmenneet asiat. Toteutukseltaan ohjekirja on kohtuullisen onnistunut.



KUVIO 31. JD: n ohjaamo on toteutukseltaan moderni.

6.2.2 Selkeästi toteutettu mittaristo

Uusi koetaulumittaristo (kuvio 32) on henkilöautomainen ja se on hyvin luettava. Selkeät isot analogiset mittarit ovat helposti luettavissa. Digitaalisia mittareita ei ole, vaan ne tarjoavat lisätietoa ajotietokoneterminaalissa traktorin sivupaneelissa. Ratkaisu tuntuu toimivalta, koska mittaristoa on mukava katsella. Tieto on helposti luettavaa, kun turhia konstailuja ei ole käytetty muotoilussa. Mittaristo tarjoaa kierroslukumittarin, ajonopeusmittarin sekä

moottorin lämpötilan mittarin ja polttoainemittarit. Lisäksi paneeliin kuuluu huomioväreillä varustetut signaalivalot. Luettavuutta parantaa ratkaisu, jossa mittaristo kääntyy ohjauspyörän mukana. Mittaristo näkyy hyvin riippumatta ohjauspyörän asennosta. Mittariston muotoilu on onnistunut. Katkaisijoita on melko vähän, joka tuo helppokäyttöisyyttä. Toisaalta toimintoja on keskitetty ajotietokoneterminalille. Uusi käyttäjä ei välttämättä heti pysty havaitsemaan esimerkiksi valokytkimien toimintaperiaatetta. Työvalojen asetuksia säädetään erikseen sivupaneelin tietokoneelta.



KUVIO 32. Mittariston muotoilu on onnistunut. Ohjauspyörä ei häiritse näkökenttää.

Valkoinen pimeävalaistus on rauhallisen oloinen. Kirkkaita värejä ei ole käytetty. Mittariston huomiota vaativat merkit on varustettu standardin mukaisella huomiovärillä. Värin perusteella voidaan päätellä heti, kuinka vakavasta viasta on kyse. Symboleita ei ole ryhmitelty liian kirjavasti, vaan tärkeimmät symbolivalot ilmoittavat mahdollisesta viasta. Mittaristo ja ajotietokone himmenevät pimeäasentoon, kun ajovalot kytketään päälle.

Mittariston merkkivilkku on hieman rasittavan kuuloinen, mutta sen saa kytkettyä pois päältä halutessaan. Yleensä ottaen vilkkuviiksien ja valokatkaisimien toiminta on hieman halvanoloinen. Kytkimet voisivat olla

järeämpää tekoa. Paljon tieajoa suorittava traktorin käyttäjä arvostaa napakasti toimivia kytkimiä.

Erityiskiitoksen mittaristo ansaitsee erinomaisesta näkyvyydestään kuljettajalle. Tiedon näkeminen on tehty helpoksi panostamalla yksinkertaisuuteen ja helppoon havaittavuuteen.

6.2.3 Monipuolinen ajotietokone

John Deere uudisti 7030 -sarjassa myös ajotietokoneen kokonaan uudenlaiseksi terminaaliksi, josta ohjataan keskitetysti traktorin toimintoja (kuvio 33). Tarjolla on kymmeniä eri näyttöjä polttoainekulutuksesta, työsaavutuksesta ja traktorin tilasta. Ajotietokone valvoo traktorin toimintoja ja ilmoittaa viesteillä ja vikakoodeilla häiriöistä. Käyttöliittymään voidaan ohjelmoida kuljettajan haluamat tiedot, joita näytetään maksimissaan kuusi kerrallaan. Lisäksi näytön yläpuolella on viisi pikavalintapainiketta, joita painamalla pääsee siirtymään suoraan esimerkiksi polttoaineen kulutusta seuraavaan valikkoon. Näytön oikealla puolella ovat toimintopainikkeet, joilla ohjataan valikoissa kulkemista. Näytössä on useiden eri kohteiden sisältämä käyttöliittymä. Pyöritettävällä kiertokytkimellä liikutaan valikoista toiseen ja merkkipainikkeilla siirrytään tietyn toiminnon omaan valikkoon. Esimerkiksi moottori- ja vaihteistotoiminnoille on omat merkkinsä.



KUVIO 33. Traktoriterminaalista ohjataan keskitetysti toimintoja.

Ajotietokoneen valikko vaati aluksi opettelua. Toiminnot tulivat tutuiksi suhteellisen helposti harjoittelemalla. Kierrettävällä säätimellä liikutaan sujuvasti valikosta toiseen hyväksymis- tai hylkäysnuppia painamalla. Oikean tiedon etsiminen tuotti välillä vaikeuksia, koska ei voinut olla varma, mikä symboli johtaa tarvittuun tietoon. Kuitenkin käyttöliittymä on toteutettu melko onnistuneesti, kun huomioidaan ajotietokoneen tarjoama runsas informaatio. Näyttö on sijoitettu sivupaneeliin. Sen luettavuus on melko hyvä, mutta se ei satu aivan parhaaseen näkökenttään. Sitä katsoakseen täytyy kääntää katse pois traktorin ohjaamisesta. Näyttö voisi olla sijoitettuna hieman edempänä, jolloin katse säilyisi myös kyynärnojan toiminnoissa. Muissa koeajokoneissa terminaali on sijoitettu edemmäksi.

Pienen harjoittelun jälkeen traktoriterminaalia oppii käyttämään melko hyvin ja tarjolla onkin monenlaista tietoa työn tehostamiseksi. Esimerkiksi polttoaineen kulutusta voidaan seurata kattavasti usealta eri mittaustavalta yhtä aikaa.

6.2.4 Kyynärnojaergonomia

John Deeren Premium varustetasossa on hallintalaittekyynärnoja tärkeimpien toimintojen ohjaamiseen. Portaaton voimansiirtoa hallitaan vivulla, joka liikkuu kaksiasentoisessa hahlossa. Hydrauliiikan ja nostolaitteen kytkimet sijaitsevat voimansiirron vivun läheisyydessä. Lisäksi kyynärnojan etupuolella on hydrauliiikan joystick etukuormainkäyttöön tai etunostolaitteen ohjaukseen.



KUVIO 34. Kyynärnojan ja terminaalin kytkimet ovat selkeästi ryhmitettyinä omassa ryhmässään.

Ensivaikutelma kyynärnojasta on positiivinen. Ohjaimessa on vain ohjainvipuja, mutta ei ajotietokonetta. Selkeällä sijoittelulla ensikäyttäjä huomaa pian tärkeimmät toiminnot, jolloin traktori on helppo saada liikkeelle (kuvio 34). Käytön myötä kuitenkin kiinnitimme huomion muutamiin asioihin ergonomian suhteen. Kyynärnoja säätty sivu-, pysty- ja pituussuunnassa kiristettävällä kiertoruuvilla. Kuitenkin säätövara hahlossa on melko pieni.

Voimansiirtoa on mukava käyttää hahlotyyppisen vivun ja vivun päässä olevan hienosäätöpyörän avulla. Hydraulikalle tarkoitetut keinukytkimet ovat vasteeltaan melko hyviä ja niissä on tahattoman käytön estomahdollisuus. Hydraulikan hallintajoystick on hyvin kädelle muotoiltu ja siinä on sopiva ohjausvaste. Vaikka joystickin asentoa voi säätää, se jää vähän turhan kauaksi, jolloin kyynärvarsi nousee ylöspäin. Etukuormaajakäytössä tällä on merkitystä, kun auraus tai kuormaustyössä vipua liikutellaan pitkiäkin aikoja. Kyynärvarsi ei työskentele aivan rentona nojaten tasoon.



KUVIO 35. Ranteen asentoa joutuu pyörittämään eri hallintalaitteisiin. Karhealla matolla sivutuki saatiin pitävämmäksi.

Kyynärnojan pintamateriaali on liukasta muovia, jolloin sen tuenta kyynärvarrelle ei ole paras mahdollinen (kuvio 35). Testissä käytetyllä liukuestematolla saatiin kyynärnoja paljon tukevammaksi käyttää. Ohjaimista saa melko hyvin kiinni, mutta voimansiirron hahlovi pu voisi olla karhennettu tai kumia tms. materiaalia. Ohjaimesta saisi varmemman otteen. Käytettäessä hydrauliiikkaa ja vaihteistoa kämmenen asentoa joudutaan pyörittämään jonkun verran. Tosin hahlovi pu voi käyttää sormenpäilläkin. Nämä ovat käyttäjistä riippuen myös makuasioita, miten kukin haluaa ohjaimia käyttää.

Kokonaisuutena John Deeren hallintalaitteet ja ajotietokone ovat kohtuullisen mukavat käyttää. Suuria puutteita ei tällaisella testimenetelmällä havaittu. Mittaristo saa kiitettävän arvosanan selkeydestään. Se on konstailematon ja mukava katsella myös pimeävalaistuksessa. John Deeren ohjaamoergonomia

kokonaisuudessaan on hyvin kunnossa. Testitraktorin varusteisiin kuului muun muassa kannettavan tietokoneen ja asiakirjojen säilytyslokero, jääkaappi eväille ja jousitettu apukuljettajan istuin turvavyöllä. Säilytystilaa ja lokeroita on paljon. Ohjaamon moderni yleisilme kertoo hyvin nykyaikaisesta ohjaamosuunnittelusta. Eron huomaa verrattaessa John Deeren modernilinjaista ja Fendtin vanhahtavaa mittaristoa keskenään. Yli kymmenen vuoden suunnittelueron huomaa selvästi.

Ohjaamo on suunniteltu pelto- ja tieajoon. Metsäajossa taaksepäin ajo on vaikeaa, koska istuin ei käänny ympäri. Muuten matalataajuusjousitettu istuin on erittäin mukava monipuolisine säätöineen. Peltokäyttöön ja urakointiin ohjaamossa on ajateltu monia asioita kuljettajan viihtyvyyttä ajatellen. Kokonaisuutena ohjaamon asiat ovat hyvin kunnossa ja kuljettajalla on mukavat oltavat.

6.3 Fendt 820 Vario TMS

Fendt (kuvio 36) tuli koeajettavaksi melkein samoihin aikoihin kun John Deere. Koneet olivat pihassa samaan aikaan, joten niitä oli mahdollista vertailla myös keskenään. Valtra edustaa Suomessa Fendtin myyntiä, joten koeajokone saatiin ajoon paikalliselta Oulun Valtralta.



KUVIO 36. Saksalaiset veljekset yhteiskuvassa.

6.3.1 Ensivaikutelmat

Fendt tunnetaan yleisesti traktorimaailmassa edelläkävijänä traktoritekniikassa. Kalliin hintansa vuoksi Fendt onkin suomalaisilla maataloilla melko harvinainen näky. Fendtin imago asetti odotuksia myös tutkimukseen, koska omatkin kokemukset Fendtistä ovat lähinnä 80 -luvun koneista. Ensivaikutelmat olivat lähinnä ristiriitaiset. Fendtin 800 -sarjan ohjaamo on hieman vanhahtavan näköinen joiltakin osiltaan, mutta toisaalta myös modernin näköinen. Voisi sanoa, että sivupaneeli ja kyynärnoja ovat modernin oloisia, mutta mittaristo ja koetaulu muotoilultaan vanhahtavia (kuvio 37). Fendtin ominaisuuksien tutustumiseen meni rutkasti enemmän aikaa kuin muiden koneiden tutustumiseen. Valmistajan tapa tehdä muutamat asiat omaan tyyliinsä vaatii opettelua. Ohjaamonkin toteutuksessa Fendt kulkee joiltakin osin omia polkujaan. Tietenkin vähäiset kokemukseni Fendtistä vaikuttivat myös asiaan.

Fendtin omalaatuisuus asettikin ohjekirjan kovalle käytölle. Myös ohjekirjasta huomasi sen vanhanaikaisuuden. Käytettävä fontti ja mustavalkoinen toteutus kielivät viime vuosikymmeneltä. Ohjekirja karkeahkosta toteutuksesta huolimatta tarvittava informaatio löydettiin.

Fendt'in istuimen saa kääntymään myös taakse. Ajoasento säädetään ohjauspyörän ja penkin kattavilla säädöillä. Ensivaikutelmaltaan ohjaamon melu on hyvin hallussa ja moottoriäänen sävy on mukava. Kuutosdeutz – moottori äänтелеe perin miehekkäästi.



KUVIO 37. Fendtin ohjaamo on yleisilmeeltään hieman vanhahtava.

6.3.2 Täysin digitaalinen mittaristo

Fendtin mittaristo on sijoitettu koetauluun ja kaikkia toimintoja näytetään digitaalisessa muodossa. Myös ajotietokoneena toimiva *Varioterminal* -näyttö on täysin graafisesti toteutettu. Mittaristo ja koetaulu eivät säväyttäneet ketään koeajajista (kuvio 38). Yleisesti ensimmäinen kommentti oli negatiivinen puhuttaessa mittariston havainnollisuudesta. Digitaaliset juoksevat numerot ja digipalkit polttoaineen mittareina eivät ole selkeydessä kunnan analogimittareiden veroisia. Mittaristo on melko rauhattoman oloinen, eikä nopeaa tietoa ole helpointa hakea. Digitaalista ratkaisua voi tosin joku kuljettaja pitää hyvänä. Tarjolla on perinteisten mittareiden lisäksi muutakin oheisinformaatiota. Muista poiketen mittaristosta löytyy akun varaustilan näyttö. Oikean puoleiseen näyttöön voidaan valita näkymään erilaisia mittausnäyttöjä mittariston kalvopainikkeilla.

Mittaristoa säätävillä kalvonäppäimillä on huono ohjaustuntuma ohjauspyörän takana. Mittaristovalikon käyttöä piti harjoitella useampaan otteeseen alkuun. Monenlaista tietoa on paljon tarjolla myös sivupaneelin *Varioterminal* -ajotietokoneessa. Onkin kuljettajan valinnasta kyse, kummassa yksikössä tiettyä tietoa halutaan nähtävän.



KUVIO 38. Digimittaristo sai kuljettajilta negatiivisen palautteen.

Pimeävalaistuksessa mittaristo näyttää vanhanaikaiselta punertavassa taustavalossaan. Merkitystä asialla on ohjaamon vanhalla rakenteella, jota ei voi olla huomaamatta muuten modernissa koneessa. Mittariston keskellä sijaitseva infonäyttö ilmoittaa ja opastaa kuljettajaa oikeista ajotoiminnoista symbolein ja äänimerkein. Näyttö on hyvä, mutta grafiikka hieman epäselvää näytön pienuuden vuoksi. Mittaristossa ei ole turhia merkkivalosymboleja, vaan olennaisimmat valot on sijoitettu mittariston yläriville. Toisaalta yllä vilkkuvat merkkivalot tuovat tilanteeseen rauhattomuutta. Tämä toistuu muun muassa traktorin ollessa paikallaan. Merkkivalot vilkkuvat taukoamatta, joka on mielestäni turhaa. Lisäksi vilkkurele napsuu samalla ikävästi. Muuten mittariston äänimerkit ovat hyvin kuultavissa, mikäli jotain sattuu olemaan vialla. Teräväsävyinen äänimerkki ei varmasti jää kuljettajalta kuulematta.

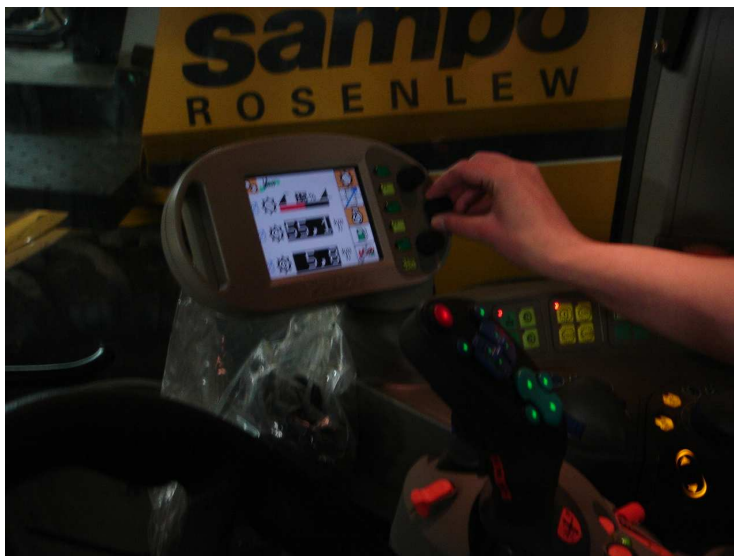
Fendtin kojetaulu ei kokonaisuutena kerännyt paljonkaan kiitosta (kuvio 39). Toisaalta näytön puutteita paikkaa melko hyvin toteutettu ajotietokoneyksikkö *Varioterminal*, jossa kuljettajan saatavilla on paljon tietoa ja säätömahdollisuuksia. Myös Fendt antaa kuljettajalle mukavasti valinnanvaraa, missä muodossa kuljettaja haluaa traktoriltaan informaatiota.



KUVIO 39. Lämmityslaitteen säätimet on sijoitettu hankalasti koetaulun sivuun.

6.3.3 Värikäs Varioterminal

Traktorin toimintaa ja informaationäyttöä käytetään oikean sivupaneelin yläpuolella sijaitsevasta *Varioterminal* -näytöstä (kuvio 40). Siihen on keskitetty kaikkia säätöjä, mitä vähintäänkin monipuolinen traktorin toiminto-ohjaus vaatii. Fendt esitteli näytön jo viime vuosituhannen puolella, jolloin se edusti ehdotonta teknologian huippua alallaan. Vieläkään sillä ei ole hävettävää kilpailijoiden suhteen. Värikäs terminaali ei oikein tue ankeahkoa mittaristoa, mutta paikkaa sen puutteita kyllä hyvin. Mittariston tiedot voi vaihtoehtoisesti näyttää myös terminaalista. Terminaalin katselukulmaa ja grafiikan asetuksia voi säätää kuljettajalle sopivaksi.



KUVIO 40. Varioterminal näytöstä voidaan valita lukuisia toimintoja säädettäväksi.

Näytön toimintaa säädetään kalvopainikkeiden ja kolmen säätörullan avulla. Tietovalikoissa liikutaan painamalla kalvonäppäimiä, joiden symbolit näytöllä kertovat, mihin ollaan menossa (kuvio 41). Kierrettävillä säätörullilla asetetaan hienosäätöjä valikossa. Esimerkiksi nostolaitteen maksimikorkeutta, laskunopeutta ja muita säätöjä voidaan ohjelmoida kätevästi yhdessä valikossa. Säätörullat ovat hyvät tarttumapinnaltaan. Valikko tarjoaa oikopolkua ja valikoista pääsee aina pois yhdellä napinpainalluksella. Kuljettaja voi säätää, mitä tietoja halutaan nopeasti esiin tarjolla olevista neljästä pikavalintapainikkeesta. Painikkeiden tuntuma voisi olla aavistuksen parempi. Painiketta saa painaa melko lujaa toiminnon tapahtumiseksi. Toisaalta tämä vähentää virhepainalluksia. *Varioterminalin* käyttö ei ollut helppoa omaksua alussa kaikilta osiltaan. Itse selailu oli helppoa oppia, mutta symbolit vaativat käyttöohjekirjaan perehtymistä. Moderni TMS ohjausjärjestelmäkin vaati opettelua, ennen kuin sitä pääsi sujuvasti säätämään valikoista. TMS ohjausjärjestelmällä traktorin tietokone säätää vaihteistoa ja moottoria optimaaliseksi eri työtilanteisiin.

Kokonaisuudessaan melko toimiva ja havainnollinen *Varioterminal* paikkasi mittariston puutteita informaation esittämisessä. Perinteisiä analogisia mittareita voisi sisällyttää myös seuraavan sukupolven Fendtin suunnitteluun.

Tämä traktori tuntui jossain määrin turhan digitaaliselta. Samaa voisi ajatella nykyajan autoista, joissa mittariston selkeys on pilattu graafisilla digitaalinäytöillä.



KUVIO 41. Varioterminaalissa ohjaustoiminnot on ryhmitetty ohjauspainikkeiden mukaisesti.

6.3.4 Mukavaa hallintaa joystickilla

Traktorin päivittäistä käyttöä ajatellen tärkeimmät hallintalaitteet löytyvät hallintalaittekyynärojasta, ja varsin siinä sijaitsevasta monitoimijoystickista (kuvio 42). Joystickin muotoilu on samanlainen kuin tietokoneiden pelejä ohjaavissa tikuiissa. Tulitusnappipainike toimii Fendtissä varmistuspainikkeena. Traktori ei lähde liikkeelle, ellei painiketta paineta samalla pohjaan. Kyynärojassa sijaitsee myös mukavasti kämmenen pohjalla hallittava hydraulikan lohkoja ohjaava pienempi nipukka. Lisäksi voimansiirron ohjausjärjestelmän toimintonäppäimiä ja liukuvipuja on sijoitettu kyynärojaan.



KUVIO 42. Sivupaneeli ja kyynärnoja ovat hyvin ulottuvilla.

Kyynärnojan yleinen ergonomia on onnistuneen oloinen. Asettaessaan käden joystickille, käyttäjä tuntee heti miellyttävän asennon. Joystick myötäilee hyvin kämmenen muotoja ja siitä saa heti jämään otteen. Näppäimet ovat hyvin käytettävissä sormilla. Niissä on karhennusta jämään sormituntuman saamiseksi. Joystickista voidaan hallita niin voimansiirtoa, hydraulikkaa kuin nostolaitetakin. Peruskäytössä ei paljon käden otetta tarvitse ohjaimesta irrottaa hallitukseen perustoimintoja. Huomaa, että ohjaimen ergonomiaa on mietitty.

Ranne tukeutuu mukavasti pehmustettuun tukeen ja joystick ohjaimen (kuvio 43). Ajoasento pysyy hyvänä, koska muotoilu tukee luonnollisesti käden muotoja. Hallintalaitteiden havaittavuus on kunnossa toimintoryhmien värikoodauksen vuoksi. Pienellä kädenliikkeellä yltää hyvin kaikkiin hallintalaitteisiin. Poikkeuksena lämmityslaitteen säätimet koetaulun laidalla, joihin joutuu kurkottelemaan. Lisäksi säätimien säätöote on huono. Kuljettaja ei näe kurkottelematta säädön tilaa.



KUVIO 43. Monitoimijoystickissa käden asento on rento ja luonnollinen. Rannetuella asento säilyy samana.

Kyynärnoja säätyy riittävästi pituus, leveys ja korkeussuunnassa. Hyvä säädettävyys varmistaa hyvän asennon ja ergonomian eri käyttäjille. Käytettäessä rannetukea joystickista saatiin käden asennolle luonnollinen hallintaote. Ilman tukea hallintaote on samanlainen. Tämän tyyppinen ohjaimen toteutustapa tuntuu onnistuneelta.

Fendt'in istuin on Grammerin valmistama, mutta siinä ei ole matalataajuusjousitusominaisuutta. Kaikkienensa istuin kuitenkin on mukava ja sitä täydentää kyynärnojan hyvät säädöt. Apukuljettajan istuin on pieni ja tarkoitettu lähinnä jälkikasvun kyyditsemiseen. Siitä löytyy kuitenkin turvavyöt.

6.3.5 Jälkipohdintoja

Fendt Vario 800 -sarja on nettilähteiden mukaan mitä ilmeisimmin saamassa lähiaikoina seuraajan tätä työtä tehdessä. Nykyinen sarja on vertailukoneista pisimpään säilynyt sellaisenaan, mikä kieltämättä näkyy ohjaamonkin ratkaisuissa. Päivitykselle olisi tarvetta varsinkin mittariston puolella. Muut valmistajat luottavat osin analogisiin mittareihin. Esimerkiksi John Deere suunnitteli täysin uuden analogisen mittariston uuteen 7030 -sarjaan. Pysyykö Fendt digitaaleissa? Se jää nähtäväksi. Kokonaisuutena Fendt on edelleen

varsin moderni traktori, joka tarjoaa monia innovaatioita, mitä muilla valmistajilla ei edelleenkään ole tarjota mallistoissaan.

Fendtin koeajo (kuvio 44) oli mielenkiintoisin kokemus, sillä ainoana merkkinä Fendt oli minulle suhteellisen vieras entuudestaan. Tämän huomasin hyvin pienenä alkukankeutena traktorin toimintojen omaksumisessa. Toisaalta Fendt on ollut aina vähän oman suuntansa kulkija tekniikan toteutuksessa, eikä tämä koeajo jättänyt tätä faktaa epäselväksi. Fendtin ajotuntumassa huomaa malliston pitkän kehitystyön verrattuna kilpailijoihin. Tekniikan yleinen toimivuus ja hallintalaitteiden vastaaminen kuljettajan toiveisiin on testin parasta tasoa. Tässä traktorissa ei esiintynyt mitään toimintahäiriöitä tai ohjelmistojen vikakoodeja.



KUVIO 44. Fendtin ominaisuuksia kokeiltiin muun muassa takalanan ja perunakärryn kanssa.

6.4 Massey Ferguson 7485 DynaVT

Massey Fergusonin (kuvio 45) hain koeajoon paikalliselta K -maataloudelta. Omat aikaisemmat kokemukset Massey Ferguson -traktoreista ovat olleet perin myönteisiä. MF: n ohjaamo on tullut tutuksi niin peltotöissä, turvesuolla kuin kiinteistönhoidossakin. Niinpä koeajo asetti tietyt oletukset ja odotukset myös ohjaamoergonomian suhteen. Ohjaamon perusrakenne ja tärkeimmät

hallintalaitteet oli melko helppo omaksua. Peruskonsepti on sama kuin aikaisemmin kiinteistöurakoinnissa käyttämässäni 6200 -sarjan mallissa. Ainoastaan portaattoman voimansiirron hallinta oli alkuun opeteltava. Alkutunnelmat olivat odotusten mukaisia. Edelleen ohjaamo on hiljainen edeltäjiensä tavoin. Ratin perussäädöt ja hallintalaitteet ovat tutuissa paikoissa, joten liikkeelle oli helppo lähteä. Hallintalaitteet löytyivät samoista tutuista paikoista kuin aikaisemminkin.



KUVIO 45. Puolen metrin lumivaipan auraamisessa MF joutui heti tositoimiin.

Ohjekirjan selkeydessä olisi parantamisen varaa. Tämä huomattiin testin aikana, kun ajotietokoneelle ryhdyttiin asettamaan erilaisia portaattoman vaihteiston tarjoamia säätöarvoja. Kirjan kieli on karkeaa ja sen huomaa suomen kielen heikkona kielioppina. Joitain sanoja korostui merkityksen toisessa muodossa.



KUVIO 46. Suurikehäinen ohjauspyörä antaa mittaristoon hyvän näkyvyyden.

6.4.1 Mittaristo ja ajotietokone koetaulussa

Massey Fergusonin koetauluun (kuvio 46 ja 47) on sijoitettu perinteiset analogiset mittarit tärkeimpien tietojen näyttämiseen. Lisäksi koetaulun alaosaan on sijoitettu digitaaliset ajotietokoneen näytöt. Valkopohjaisten analogimittareiden sivulta löytyy merkkivalovalikko, jossa merkkivalosymbolit on yhdistetty näyttämään symbolin paikkaa traktorin kuvassa. Esimerkiksi vaihteiston öljynpaineen varoitusvalo on yhdistetty viivalla vaihteiston kohdalle. Tämä parantaa merkkivalojen ymmärtämistä. Varoitusvalot löytyvät oikeasta laidasta ja muut merkkivalot vasemmalta laidalta.

Massey Fergusonista puuttui valitettavasti ajotietokoneterminaali varustelistalta, joten tyytyminen oli yksinkertaisemman peruskoneen arviointiin. *Datronic 3* -nimellä kulkeva kattavampi ajotietokone on lisävarusteena saatavilla. Ajotietokone on yhdistetty mittariston kahteen digitaaliseen näyttöön. Näihin voidaan asettaa näkyville useaa informaatiotietoa traktorin toiminnoista. Valittavissa on perusnäytöt, joissa selviää muun muassa ajonopeus, vaihteiston tila ja koneen käyttötunnit.

Toisesta näytöstä voidaan ohjelmoida voimansiirron automaattitoimintoja, jotka ovat portaattomissa voimansiirroissa käytettävyyden kannalta tärkeitä. Vakionopeustoimintojen ja kierroslukualueiden säädöt löytyvät näiltä näytöiltä.



KUVIO 47. Selkeä mittaristopaneeli heijasteli paljon.

6.4.2 Kaksijakoinen informaatiokeskus

Massey Fergusonin mittariston yleisilme on henkilöautomainen ja tyylikäs valkopohjaisine mittareineen. Lisäksi mittareita on mukavaa katsella valoisalla ja pimeällä (kuvio 48). MF toimii jälleen hyvänä mallina toteutuksesta, jolloin analoginen mittaristo pitää puolensa. Merkkivalojen ryhmitys traktorin halkileikkauskuvaan auttaa hahmottamaan symbolien merkityksen. Tästä on apua varsinkin vähemmän traktoria tunteville käyttäjille. Perustoiminnoiltaan analoginen mittaristo edustaa koeajojen parhaimmistoa, mutta digitaaliset lisänäytöt jättivät melko kriittisen kuvan. Koeajon ja tulosten kannalta olisi ollut parempi, jos kone olisi varustettu edellä mainitulla paremmalla tietokoneterminaalilla. Se olisi ollut toiminnaltaan sekä käytettävyydeltään jotakuinkin vastaava saman emoyhtiön Fendt'n Varioterminaalin kanssa. Perusversiostakin infoa löytyi, mutta kuitenkin suppeammassa ja hankalammin luettavassa muodossa.



KUVIO 48. Yövalaistus on onnistunut. Mittariston digitaalimittareita ohjataan alakulmassa näkyvillä kalvonäppäimillä.

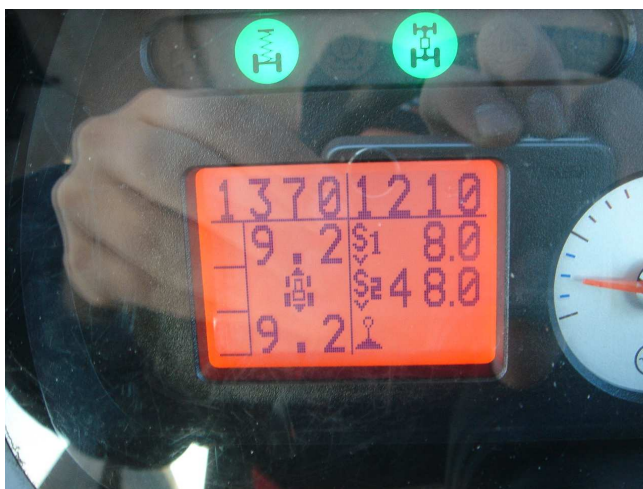
Ajotietokoneen valikkoja ohjataan kalvonäppäimillä ohjauspyörän takaa. Painikkeet ovat kovahkot ja tunnottomat. Niitä joutuu painamaan kunnolla viestin perille saamiseen. Valikkonäppäimet ovat samantyyppiset Valtran kyynärnojan ohjaimien kanssa, mutta niiden sijoituspaikka on huonompi. Säättäkseen painikkeita kuljettaja ei voi kunnolla ohjata traktoria samaan aikaan, sillä säätö tapahtuu viemällä käsi ohjauspyörän kehän lävitse. Toteutus ei ole kovin onnistunut. Tiedon saa kyllä näkyviin, mutta toimintovalikkojen selaaminen ja asetusten tallennus on hankalaa. Ero on suuri verrattuna esimerkiksi Fendtin Varioterminal toteutukseen.

Pääsin kokeilemaan maatalouskaupan pihassa samanlaista traktoria Datatronicilla (kuvio 49) varustettuna. Eron huomaa heti käytön helppoutena ja valikoiden runsaampana ja selkeämpänä näkymänä. Luulisi, että tämän hintaluokan traktorissa kyseinen laite olisi jo vakiovarusteena.



KUVIO 49. Kuvassa olevalla Datatronic 3 -ajotietokoneella MF: n tulokset olisivat täysin vertailukelpoiset.

Digitaalinäyttöihin on pakattu paljon numerotietoa pieneen näyttöön (kuvio 50), jolloin juoksevia numeroita on paljon. Tämä tekee nopean tiedon havaitsemisen vaikeammaksi. Lisäksi tietojen selailu on vaikeaa ja sitä kautta säätöjen ja asetusten tallennus tuottaa ongelmia. Esimerkiksi vakionopeussäätöjen asetukseen meni testeissä puolisen tuntia opetteluun ohjekirjan avulla. Muissa koneissa säätö muistintallennuksineen onnistui ilman ohjekirjaa.



KUVIO 50. Ajotietokoneen säätövalikot ovat täynnä pienellä fontilla olevaa tietoa.

6.4.3 Kyynärojoissa tärkeimmät ohjaustoiminnot

Portaattomassa Massey Fergusonissa käytetään pienin muutoksin samanlaista kyynärojoa (kuvio 51) kuin sisarmalli 6400 sarjassa. Kyynärojan perusmuotoilu on otettu käyttöön jo 1990 -luvun lopussa 6200 -mallistossa. Kyynärojasta löytyvät tärkeimmät traktorin ohjaustoiminnot. Nopeudensäätö, hydraulikkalohkojen hallinta sekä nostolaitteen hallinta tapahtuu kyynärojasta. Kyynäroja on melko pienikokoinen muihin merkkeihin verrattuna. Siihen on sisällytetty vähemmän toimintoja muunmuassa jättämällä pois hydraulikan lisäventtiilejä. Kuitenkin seuraavassa varusteluversiossa nämäkin vivut löytyvät kyynärojasta.

Kyynärojan selkeys on huomattavissa selkeällä käytön oppimisella. Vähäisellä painikemäärällä on selkeyttävä vaikutus. Sirolla muotoilulla kyynäroja ei ole niin massiivinen kuin muissa traktoreissa. Värikoodaus auttaa toimintoryhmien löytämisessä kullekin säädölle.



KUVIO 51. MF: n kyynärojan ja sivupaneelin hallintalaitteet ovat selkeät ja hyvin erotellut.

Kyynärojan ergonomia on kohtalaisen hyvällä tasolla. Tartuntapinnat ovat hieman karhennettuja otteen parantamiseksi. Kyynärvarsi nojaa pitkään

tukipintaan, jonka muovimateriaali on sopivan nihkeä. Kyynärvarsi pysyy kiinni melko hyvin, mutta kättä voi myös kevyesti liikuttaa sivulle. Punainen voimansiirron hallintavipu on kumipintainen, jolloin sormenpäällä saa jämään otteen helposti pienestä vivusta. Hydrauliiikan joystick -vivusta hallitaan kahta ensimmäistä lohkoa sähköisesti. Ohjaustuntuma on sopiva ja vaste sormenpäällä liikuteltava. Yleensäkin vastaavanlaisesta kyynärnojasta on kertynyt kokemusta myös aikaisemmin 6255 mallin muodossa. Vaihtelevissa lumiurakoinnin tehtävissä eivät käden nivelet rasittuneet pitkässäkään työssä (kuvio 52).

Kyynärnoja säätyy pysty- ja pituussuunnassa, mutta sivuttaissäätöä ei ole. Sivuttaissäätöä kaipaisivat etenkin leveämpijalkaiset kuljettajat. Säädön puuttumisen huomaa, kun työtehtävissä oikea jalka osuu kyynärnojaan, kun katsotaan nostolaitteissa olevaa työkonetta.

Kyynärnoja on kiinni Grammerin valmistamassa ilmajousitetussa istuimessa. Istuimen säätövara ja ergonomia ovat hyvät, niin kuin muidenkin traktoreiden istuimissa. Istuin kääntyy hieman sivusuunnassa, mutta ei käännä ympäri.



KUVIO 52. Hallintalaitteet ovat hyvin käden ulottuvilla.

6.5 New Holland 6070 Power Command

Viimeisenä testivuoronsa sai New Holland (kuvio 53). Paikallinen Agritekin myyjä tarjosi koeajettavaksi ym. mallia. Myös tämä kone oli melko tuore esittelykoneeksi tilattu traktori. Suojamuoveja joutui poistamaan tästäkin koneesta, jotteivat kameran kuvat heijastelisi niiden vaikutuksesta.

Poikkeuksena koneesta puuttui radio, joten kuljettajan oli tyytyminen moottorin ääniin.



KUVIO 53. Myös New Holland oli uutuuksiaan kiiltävä.

6.5.1 Erilaiset lähtökohdat testaukseen

New Holland traktorissa on siis ns. *semi -powershift* vaihteisto, joka asettaa pienet erot myös ohjaamon hallintalaitteisiin. Tästä käytetään nimitystä *Power Command*. Valmistaja on esitellyt vuonna 2009 myös portaattomalla *Auto Command* voimansiirrolla varustetun traktorin, mutta sitä ei ollut valitettavasti saatavana Oulun seudulle koeajoon. Testikoneessakin onneksi on hallintalaittekyynärnoja toteutettuna, joten ergonomiatestaukseen malli on osaltaan vertailukelpoinen. Kyynärnojan toteutuksessa on eroja muihin testikoneisiin.

Aiemmat kokemukset tämän valmistajan uudemmissa tuotteista ovat melko vähäiset. Jotain työtä on vuosien varrella tullut tehtyä lähinnä edeltävillä Ford ja Fiat traktoreilla. Suuria mullistuksia ei luulisi eteen tulevan. Ovathan nykytraktorit monelta osin ohjaamoiltaan melko samanlaisia. Kuitenkin ensimmäinen kunnan testijakso tämän merkin edustajalla on mielenkiintoinen. Toisaalta testitraktorista puuttunut ohjekirja oli valitettavaa, koska koneen ominaisuudet olisivat tulleet tutuksi jo kotisohvalla. Liiteosiosta löytyvät myös New Hollandin testitulokset taulukossa.

6.5.2 Perinteinen ja toimiva perusmittaristo

New Hollandin mittaristo (kuvio 54) koetaulussa on toteutettu melko perinteisesti hyväksi todetulla analogisella toteutuksella. Kierroslukua-, polttoaine- sekä moottorin lämpömittarit on toteutettu analogisina viisarinäyttöinä. Niitä reunustavat informaatiomerkkivalot vasemmalla, ja väritehosteiset huomio- ja varoitusvalot oikealla. Merkkivalojen värit noudattavat yleistä standardia. Digitaalinäyttöistä mittaristossa on kolme näyttöä alaosassa, joista selviävät digitaalisina kello ja ajonopeus. Paneelin yläpuolella keskellä ja alaosassa keskellä sijaitseva digitaalinen näyttö on käytössä ajotietokoneelle. Koetaulun yläosassa ovat ajotietokoneen hallintapainikkeet. Mittariston sävy on sinertävä sinipohjaisine mittareineen. Kaikkiaan ohjaamon toteutuksessa huomaa hyvin valmistajan sinertävän tyylin esilletuomisen.



KUVIO 54. Mittaristo on yleisilmeeltään perinteinen. Ajotietokoneen ohjaimet on ryhmitelty yläpaneeliin.

Mittariston yleisilme on perinteisen näköinen. Sinänsä mitään uutta muotoilua se ei tarjoa. Toisaalta kaikki tarvittava perusinformaatio on melko helposti luettavissa sinipohjaisista analogimittareista. Niiden luettavuus pimeällä ei ole parhainta, koska taustavalo on aika hailakka. Tämä saa aikaan välttävän

kontrastin viisareihin. Sininen taustaväri näytti haittaavan hieman digitaalinäyttöjen luettavuutta pilvisessä päivävalossa. Tässä tummat värit ovat toistensa vieressä, jolloin erotettavuus ei ehkä ole paras mahdollinen. Sen sijaan symbolivalot ovat hyvin toteutettuja. Ne näkyvät selvästi voimakkaan taustavalon ansiosta ja valojen värikontrasti on vahva. Tässä taas tumma tausta parantaa luettavuutta. Mittaristoa suojaava muovilasi ei heijastele paljonkaan.

Äänimerkkien toteutuksessa on kaksijakoinen tuntuma. Viikkureleen ääni on sopivan pehmeä, mutta varoitussignaalin merkkiääni on räikeän kova. Toisaalta äänimerkin tarkoitus onkin herättää kuljettajan vaistot. Tässä usealla valmistajalla näyttäisi olevan tarkoituksellisesti räikeä äänisignaali.

6.5.3 Ajotietokone mittariston ohessa

Koneessa oleva ajotietokone tarjoaa lisäinformaatiota traktorin toiminnoista mittariston ohessa olevilla kahdella digitaalinäytöllä. Tarjolla ovat tiedot muun muassa päisteautomatiikan, moottorin, vaihteiston ja pinta-alan toiminnoista. Ajotietokonetta käytetään mittariston yläpuolella sijaitsevista painikkeista (kuvio 55). Yläpuoliseen näyttöön saadaan vaihtoehtoista tietoa eri muodossa, ja se toimii informaationäyttönä. Alapuolisella digitaalinäytöllä voidaan näyttää kerrallaan yhtä tietoa valitusta asiasta. Näyttöjen tietoa ohjataan kumipintaisista painonapeista, jotka on symboloitu käyttökohteen mukaan.



KUVIO 55. Ajotietokoneen painikkeet

Ajotietokoneen ohjaus vaatii kumartumisen pitkälle, jotta painonappeihin ylettyisi. Nappien sijoittelu voisi olla lähempänäkin. Esimerkiksi John Deeressä käyttö on paljon mukavampaa, kun toimintovalikkoja voi selata normaali istuma-asennossa. Samaa ongelmaa esiintyy myös Valtran toteutuksessa, jossa ajotietokonetta ohjataan osin myös kojetaulusta. Kumipintaiset painikkeet ovat aika mukavia käyttää. Käyttölogiikka vaati opettelua alkuun, mutta lopulta käyttö oli ihan sujuvaa. Napeilla ohjataan kerrallaan yhtä ryhmää, mikä tarkoittaa esimerkiksi, että moottorin kuvalla ohjataan moottorin ohjaustoimintoja.

Ajotietokone jätti itsestään hieman valjun vaikutelman. Tietoa on kyllä tarjolla, mutta tiedon esilletuominen ei ole ryhmän parhaimmistoa. Käytettävyyttä heikentää pienikokoinen ja suuripikselinen näyttö, jonka luettavuus on korkeintaan välttävällä tasolla. Pieneen näyttöön on yritetty laittaa turhan paljon tietoa kerralla näyttille. Näyttö voisi olla isompi tai sijoitettuna esimerkiksi oikeaan etupilariin (kuvio 56). Toisaalta jälleen täytyy huomioida, että myös New Hollandiin on tarjolla parempi ajotietokoneterminaali ohjaukseen ja säätöön. Yhdistettynä kohtalaiseen ohjaamiseen ei vie New Hollandia tässä vertailussa kovin korkealle. Lisäksi ajotietokoneen merkkiäänät ovat räikeän kovia, mutta ne luonnollisesti kuulee hyvin. Häiriön tullessa sitä ei voi olla kuulematta.



KUVIO 56. Vaihteistoinformaatiolle on näyttö sivupaneelissa.

6.5.4 Vastapainona mukava hallintalaittekyynärnoja

Myös New Hollandin hallintalaittekyynärnojasta (kuvio 57) löytyvät jokseenkin samat toiminnot kuin edellistenkin traktorien toteutuksista. Kuitenkin toteutus poikkeaa hieman. Vaihteisto on erilainen ja vaihteistopuolen ohjaus on myös toteutettu erilailla. Vaihteiston ohjaussauva on kyynärnojan etuosassa. Kyynärvarren laittaminen nojaan saa kämmenen ulottumaan sopivasti vaihteiston ohjausvipuun. Vipu on muotoiltu kämmenen muotojen mukaan. Kyynärnojasta löytyvät nostolaitteen ja kahden hydraulikkalohkon toiminnot. Lisäksi kyynärvarren tukitason alta löytyvät nostolaitteen harvemmin tarvittavat säätönipukat.



KUVIO 57. Hallintalaittekyynärnoja on monimutkaisesti toteutettu, mutta melko toimiva. Oranssi sauva on vaihteiston ja nostolaitteen ohjaukselle.

Yleinen ergonomia kyynärnojassa vaikuttaa onnistuneelta. Tähän vaikuttaa ergonomialtaan hyvin onnistunut vaihteistohallintavipu. Siihen tarttuessa voi heti huomata, kuinka hyvin käsi istuu vipuun. Tämän myötä otteen saa jämäkäksi ja nappeja vivun päässä on hyvä painaa. Lisäksi tukeva kahva toimii samalla tukikahvana, kun ajetaan kuoppaisella alustalla. Kuljettaja voi vaihtaa vaihteistoa ja ohjata nostolaitetta samalla tukevan ajoasennon kanssa. Tässä toimitaan samalla tavoin kuin Valtran toteutuksessa.

Kyynärnojassa on kyynärvarrelle laaja tarttumapinta ja pintaa on karhennettu sopivasti. Pinnassa on myös lievällä muotoilulla haettu lisää tukevuutta käden kyynärvarren asentoon. Hydraulikalle tarkoitettu pieni joystick -vipu on kevyt ohjata, mutta siinä on heikko hallintatuntuma. Jollain tavalla ohjain vaikuttaa halvalta toteutukselta. Sen liikkeessä ja ohjausvasteessa ei ole samanlaista tarkkaa ohjausvastetta kuin Valtran vastaavassa ohjaimessa. Nostolaitteelle tarkoitetut hallintaohjaimet osuvat hyvin kädelle ja niiden käyttäminen on melko mukavaa. New Hollandin hallintalaittekyynärnoja kokonaisuutena pärjää hyvin vertailussa.

6.5.5 Asiallinen kokonaisuus

New Hollandin ominaisuudet kestävät hyvin vertailun testin portaattomilla voimansiirroilla varustettuihin malleihin. Ohjaamoergonomialtaan koneessa on samanlaiset hallintalaitteet, kun ajatellaan kokonaisuutta. Ainoastaan muutamat vaihteistohallinnan laitteet eroavat hieman toteutusperiaatteeltaan. Millään osa-alueella New Holland ei edusta parhaimmistoa, mutta on tasainen kokonaisuus ohjaamoergonomialtaan (kuvio 58). New Hollandin testi olisi ollut tietysti mielenkiintoisempi, mikäli testattavana olisi ollut valmistajan uusin portaattomalla voimansiirrolla varustettu malli. Toisaalta tämäkin malli on hyvin vertailukelpoinen muiden kanssa, koska ergonomian toteutus kulkee melko lailla samoilla radoilla huolimatta vaihteistosta.



KUVIO 58. Hallintalaitteisiin yltää hyvin yhdeltä otteelta.

7 Tulospohdintaa

Koeajoissa testattiin edellä mainittuja kolmea suurempaa kokonaisuutta, sekä niissä käsiteltiin myös yleisemmin ohjaamoergonomiaa. Koneiden omat vahvuusalueet tulivat esiin, mutta mikään kone ei ollut ylivoimainen toisiin nähden missään vertailukohtassa. Tässä hintaluokassa traktoreiden ohjaamoiden pitääkin edustaa parhainta ohjaamosuunnittelua, mitä valmistajilla on tarjota.

Mittaristoissa ensimmäiselle sijalle nousee John Deere. Sen yksinkertainen ja modernin pelkistetty mittaristo tarjoaa loistavan näkyvyyden ja

havaittavuuden. Tasaisen hyviä olivat myös Massey Fergusonin ja Valtran mittaristot. Niissä ei myöskään esiinny suurempia puutteita. Massey Fergusonin moderni valkopohjainen mittaristo tuo vaikutelmaa automaailmasta. Peränpitäjäksi jää auttamatta Fendtin täysdigitaalinen mittaristo. Sen selkeys jää jälkeen muiden traktoreiden analogisista mittaristoista.

Ajotietokoneissa kärkisijat saavat Fendt, John Deere ja Valtra. Ne ovat melko tasaisia keskenään sekä tiedon kattavuudessa että käytön helppoudessa. John Deere tarjoaa yksinkertaisen käyttöliittymän, mutta ajotietokoneen lukuisat häiriöilmoitukset häiritsivät kokonaisuutta. Liekö sitten uuden traktorin vikoja? Fendtin Varioterminal yksikkö on tiedon määrässä hyvin kattava ja ohjekirjaan perehtymällä havainnollinen käyttää. Valtran vahvuuksia ovat tiedon kattavuus ja mahdollisuus katsella tietoa kahdesta eri mittaristosta. Heikkoutena on hieman jäykähkö käyttäminen keinukytkimillä ja kalvonapeilla. Massey Ferguson ja New Holland jäävät peränpitäjiksi tässä vertailussa. Niiden ajotietokoneet ovat toiminnoiltaan suppeammat ja ennen kaikkea käyttäminen on hankalaa ja infonäytöt liian pieniä. Toisaalta Massey Ferguson pärjäisi paremmin, jos siinä olisi varusteena *Datatronic 3* yksikkö.

Hallintalaitekyynärnoijissa valmistajat ovat hyvin tasaisia. Omilla vahvuuksillaan ne sijoittuvat kukin testissä melko tasaisesti. Kuitenkin Fendt vie tässä kategoriassa lopulta voiton. Peliohjaimen muotoinen joystick on muotoiltu kädelle sopivaksi ja säädettävyyden on testin parasta yhdessä Valtran kanssa. Valtra, Massey Ferguson ja New Holland ovat seuraava tasainen kolmikko, josta John Deere jää hiukan. Testituloksia on eriteltyinä liiteosiossa.

TAULUKKO 1. Tasaiset traktorit jakoivat sijoituksia keskenään testituloksissa.
1 =paras ja 5 =viimeinen

	JD	Fendt	MF	NH	Valtra
Mittaristot	1	5	2	4	2
Ajotietokoneet	2	1	5	4	3
Kyynärnojat	5	1	3	3	2

7.1 Ei koeajoja ilman ongelmia

Tämäntyyppinen traktoreiden koeajojen toteuttamisprosessi on ollut kaiken kaikkiaan mukava kokemus lähestyä traktoritekniikan uusimpia saavutuksia (kuvio 59). Talvipakkasella sai jännittää selviytykö moottori kylmäkäynnistyksestä. Mielenkiinto koneita kohtaan säilyi hyvin, sillä käytössä oli suurimmissa määrin uutuusmalleja, joita en itse ole aiemmin päässyt kokeilemaan. Lisäksi John Deere edusti mallillaan valmistajan tämän hetken uusinta uutuutta Euroopan markkinoilla.

Uuden traktoritekniikan testauksessa ei voinut välttyä ongelmiltakaan. Näitä edustivat lähinnä uusien koneiden sähkötekniset ongelmat. Melkein kaikissa koneissa vilkkuivat välillä vikakoodit kojetaulussa. Yhden merkin kohdalla jouduttiin tilaamaan lavettikuljetus huoltoon, koska moottorin viskotuuletin heitti toimimasta aivan koeajojakson lopussa. Keskusteluja jouduttiin käymään muutamaan otteeseen huoltomiesten ja tehtaan tuotetuen kanssa liittyen lähinnä sähkötekniisiin ongelmiin. Tämä asettikin mielenpäälle ajatuksen, kuinka nämä sähkötekniset laitteet tulevat kestävänsä vuosikymmenien säteellä. Toisaalta Fendt oli ainoa kone, jossa ei vikoja esiintynyt. Tässä

voisikin päätellä Fendtin malliston olevan vertailujoukon vanhin. Pahimmat `lastentaudit` on tässä mallisarjassa jo ohitettu.



KUVIO 59. Testikoneiden testausjaksolla myös koneiden pakkasominaisuudet punnittiin.

7.2 Millaiset ajatukset koeajojen jälkeen

Ohjaamoergonomian testaamisprosessi oli uudenlainen tutustuminen tämän päivän terävimpään traktoritekniikkaan. Ohjaamoergonomia koostuu kymmenistä ellei sadoista pienistä osatekijöistä. Näistä syntyy kokonaisuus ja jokaisen traktorin tyyli toteuttaa ihmisen ergonomisia tarpeita. Työn rajaaminen koskemaan tiettyjä ergonomian osa-alueita oli jatkuva prosessi, joka tarkentui aina lisää työn edetessä. Ergonomian käsite on kokonaisuudessaan niin laaja, että siitä voisi julkaista useita vastaavia tutkimuksia liittyen pelkästään työkonoiden ohjaamoihin. Tämä asetti haasteensa työn tutkimukseen. Lopputyön aiherajauksesta voisi todeta sen olevan sen verran omanlaatuinen, että tuskin vastaavaa on juuri tehty. Näitäkin aiheita on kuitenkin sivuttu useissa tutkimuksissa. Traktorivalmistajat ovat myös varmasti perehtyneet näihin aiheisiin suunnitellessaan uusia ohjaamoja. Aiheen rajauksen lopullinen laajuus määräytyi vasta tutkimuksen aikana, jottei työ kasvaisi liian laajaksi. Tutkimuskohteita siis riittäisi vielä paljonkin toteutettavaksi näiden koeajojen jäljiltä. Aiheen rajauksessa sain itse määrätä lopullisen aiheen laajuuden. Tämä sopi itselleni hyvin. Ohjaamoiden kokonaisergonomian onnistumista on tällä rajauksella vaikeaa arvioida, mutta

hyvin suuntaa-antavaa. Länsimaiset traktorinvalmistajat ovat melko lähellä toisiaan ohjaamoergonomian toteutuksen onnistumisessa. Todellisia voittajia tai häviäjiä ei löytynyt. Jokaisella merkillä on tietyt perusvahvuutensa eri osa-alueillaan.

Traktoreiden käyttäjäkunnassa tyypillistä ovat ns. merkin miehet, joiden käsitykset ja asenteet ovat muovautuneet jo pikkupojasta pitäen tietyn merkin puoleen. Myös traktoreita ajaneissa mukaan lukien allekirjoittanut, oli pientä vaikutusta tällä asialla. Kotimaisella merkillä enimmäkseen ajaneena sen ominaisuudet myös tuntee parhaiten. Esimerkiksi Valtran ja Massey Fergusonin ohjaamon perusasiat olivat jo kokemuksen pohjalta mielen päällä. Tietynlainen ennakkokäsitys onnistuttiin muuttamaan objektiiviseen suhtautumiseen. Painoarvoa ei annettu minkään merkin hyviin tai huonoihin ominaisuuksiin. Tutkimuksen suunnittelu lähti alkujaan liikkeelle tasapuoliseen arvosteluun pyrkimisestä. Traktoreita pyrin ajamaan ja raportoimaan mahdollisimman objektiivisella näkökulmalla mitään merkkiä painottamatta. Ominaisuuksien arviointi työssä oli perusteltua ja siten objektiivista. Esimerkiksi tietyn merkkien erilaiset varustelutasot huomioitiin vertailussa. On selvää että ajokokemuksen määrä vaikuttaa alkuvaikutelmaan, mutta sille ei pidä antaa painoarvoa.

Ohjaamoergonomian toteutuksen onnistumisessa valmistajat kulkevat jokseenkin samoilla viivoilla, mutta toisaalta on havaittavissa ettei kaikkiin asioihin kiinnitetä tarpeeksi huomiota vuosienkaan päästä. Tällä tarkoitan ohjaamosuunnittelun yksityiskohtia, joihin on puututtu jo ohjaamorungon ensimmäisissä kehitysversioissa, mutta parannusta asiaan ei ole vielä tapahtunut. Seuraavassa mainitsen muutamia esimerkkejä. Valtran huonosti toteutettu apumiehen istuin, jonka valmistaja nimeää työtasoksi. Istuin on ollut jäljessä kilpailijoista jo useamman mallisukupolven ajan, koska se on muotoilematon, eikä täytä istuimen ergonomiavaatimuksia. Seuraavaan sukupolveen uusi istuin olisi todellinen tarve. Tulevat uudet traktorikuskit saavat ensikosketuksensa turvalliseen traktorin hallintaan juuri apumiehen paikalta seuratessa. Muutenkin nopeilla traktoreilla voidaan helposti kuljettaa

työmaalle myös avustavia henkilöitä. Turvavyöllä varustettu ergonominen istuin olisi tilauksessa seuraavan mallisukupolven Valtraan.

Ohjaamoergonomian suunnitteluun pitäisi tulevaisuudessa panostaa vielä voimakkaammin ja tutkimusmäärärahoja kohdistaa enemmän kuljettajan työssä jaksamiseen. Kyseessä on ihmisen fysiologinen jaksaminen pidemmän päälle. Niin kauan kun työkoneet vaativat vielä ihmisen ohjaamaan itseään, on ohjaamossa viihtymisellä suurta merkitystä.

Eräät valmistajat voisivat panostaa enemmän ohjekirjojensa toteutukseen. Usein huomaa että taittaminen kotimaiselle kielelle ei ole onnistunut. Kielessä on räikeitä virheitä, jotka voivat johtaa jopa ohjeen väärinymmärtämiseen. Kuitenkin ohjekirjan läpikäyminen olisi ensiarvoisen tärkeää tutustuttaessa modernia teknologiaa edustavaan laitteeseen. Tällä on suurta painoarvoa myös koneen turvalliseen käyttämiseen. Työturvallisuuden huomioiminen alkaa tutustumisesta koneeseen. Valitettavasti vieläkin näkee paljon ajettuja vaihtokoneita, joista huomaa ettei ohjekirjaa ole edes aukaistu kertaakaan. Hyvin toteutettu ohjekirja löytää todennäköisesti paremmin myös käyttäjänsä.

Vertailutraktorit menestyivät kukin omilla vahvuuksillaan. Jos voisi itse yhdistellä näistä koneista täysin vapaasti haluamansa ohjaamon, voisi lopputulos olla seuraavanlainen. Valtrasta ottaisiin mukaan ohjaamon tilavuuden ja taakseajomahdollisuuden. Tietynlainen pohjoismainen suunnittelu tulisi myös mukaan hallintalaitteisiin. John Deerestä ottaisiin mukaan sen yksinkertaisen selkeän mittaristopaneelin sekä ohjauspyörän säädettävyyden. Myös apukuljettaja saisi istuimensa John Deereltä. Fendtiltä lainaisin hyvin toteutetun hallintalaittekyynärnojan ja Massey Fergusonilta ohjaamon hiljaisuuden sekä mittareihin valkoiset pohjat. New Hollandin osaluueelta poimisin ohjaamon loistavan näkyvyyden joka suuntaan sekä kattoluukun.

Myös parantamisen varaa tulevaisuuteen löytyisi. Ajotietokoneiden näyttöjen keskittäminen tulevaisuudessa yhteen isompaan kokonaisuuteen olisi mielestäni tulevaisuuden kehittämistavoitteita traktoreollisuudelle. Melkein kaikissa koeajotraktoreissa huomattiin, että näyttöjen fontti, väri sekä sijoitus

vaihtelivat, koska näyttöjä oli useita eri paikoissa ohjaamoa. Yhteen kokonaisuuteen panostamalla saataisiin ohjaamojen useita näyttökokonaisuuksia sijoitettua keskitetyksi.

Mittaristojen kehityssuunnassa olisi hyvä pysyä analogisissa perusnäytöissä, joita digitaaliset näytöt voivat täydentää vähemmän tärkeillä tiedoilla. Testissä huomattiin hyvin kuinka analoginen näyttö pitää edelleen hyvin pintansa. Digitaaliaikaa täysin edustanut Fendt jätettiin vertailussa hänille mittarist ominaisuuksien osalta. Analoginen viisarinäyttö on silmille vähemmän rasittavaa ja nopean tiedon löytää siitä nopeammin. Toivottavasti tulevaisuudessakin ohjaamoista löytyy analogisia näyttöjä, mutta ei yhtä paljon kuin esimerkiksi vanhemmissa lentokoneissa. Tietyille perusasioille analoginen näyttö pitää pintansa.

Näyttöjen osalta tulisi myös pyrkiä suunnittelemaan näyttö, joka ei heijastele liikaa auringonvalossa. Testikoneista Valtran tietokoneen näytössä ja Massey Fergusonin mittaristossa esiintyi tätä ongelmaa. Monella alalla tätä ongelmaa on ratkottu hyvin tuloksin. Esimerkiksi nykyiset taulutelevisiot ovat osoittaneet kuvaputkiaikakauden jälkeen heijastelemisen suuren vähenemisen. Näytöt voitaisiin traktoreissakin varustaa heijastamattomalla pinnalla. Erilaisten pintamateriaalien kokeilemisella saataisiin jo tuotekehitysvaiheessa luotua mahdollisimman hyvin luettava näyttö.

Hallintalaitekyynärnoijissa ollaan menossa siihen että niihin keskitetään lähes kaikki traktorin toiminnot tulevaisuudessa. Esimerkiksi Case IH Puma CVX (kuvio 12) traktorissa hallintalaitekyynärnoja on massiivinen kokonaisuus täynnä pieniä säätövipuja sekä kiertokytkimiä. Valitettavasti Casea en päässyt kokeilemaan. Kuitenkin mielenpäällä on ollut tarvitseeko aivan kaikkia toimintoja keskittää samalle pienelle alueelle. Vertailussa mukana ollut Massey Ferguson osoitti että yksinkertaisesti toteutettu kyynärnoja voi myös olla hyvä käyttää. Hallintavipuja ei ole liiaksi, vaan vähemmän tärkeät painikkeet on sijoitettu kauemmaksi.

Hallintalaitekyynärnojat on suunniteltu vaihtelevasti vastaamaan käyttäjän kyynärvarren muotoja. Osassa koneista pintana oli vain liukas tasainen muovi,

mutta osassa koneista pinnassa oli karhennusta ja muotoilua. Karhennus ja muotoilu yleensä paransivat käden asentoa kyynärnojassa. Ehkä tulevaisuudessa kyynärnojiin voitaisiin kehittää käden mukaan muotoutuvat, jokaiselle käyttäjälle mittojen mukaan muovautuvat omat kyynärnojatyynt. Aivan kuten normaaleissakin tyynyissä voimme nukkua mukautuvalla tyynyllä.

Opinnäytetyöprosessi oli kaikkiaan mielenkiintoinen kokonaisuus, jonka suorittaminen vaiheittain koeajojen aikataulujen mukaan oli loppujen lopuksi mielestäni onnistunut. Oli tärkeää että koneita pystyi testaamaan rauhassa ja osin myös oikeiden töiden lomassa. Tämäntyyppinen testaus on mielestäni sellainen missä pystytään vielä etenemään työn vaiheissa omalla panoksella. Tämäntyyppisiä vertailuja ja testejä on alan lehdissä ja julkaisuissa paljonkin tarjolla. Näissä vertailuissa huomaa kuinka mielipiteet asiaa kohtaan jakautuvat erilaisten testaajien mukaisesti. Lopputulos muodostetaan keskiarvona kuljettajien pisteistä. Tässä työssä perehtymisnäkökulma on suppeampi, mutta toivottavasti hieman persoonallisempi lähestymistapa asiaan.

Ergonomian testaaminen tuntui alkujaan vieraalle ajatukselle, koska en ole itse alan ammattilainen. Toisaalta kokemusta traktoreista on kertynyt sen verran että lähtökohtaisesti pystyy sanomaan, missä esimerkiksi koeajokoneiden ergonomiassa olisi parantamisen varaa. Ergonomian kiemuroiden omaksumisessa apunani oli äitini Pirjo Pakonen, joka myös hankki minulle sairaalasta tarvittavat testivälineet käyttöön. Lisäksi sain häneltä paljon uutta tietoa tältä alalta. Fysioterapeuttina ja reumasairauksien asiantuntijana hänellä oli vahva kokemus taustallaan. Kiitokset äidilleni suuresta avustamisesta.

Opinnäytetyön toteuttamisprosessi oli kaiken kaikkiaan hyvin mielenkiintoinen vaihe elämässäni. Se toi mukanaan ehkä ripauksen asiantuntijuutta lisää traktoreiden alaan. Lopputyö on nimensä mukaisesti viimeinen ponnistus opiskelujen uralla. Sitä se myös vaatii toteutuakseen tavoitteiden mukaisesti. Kiitokset työn toteutumisesta kuuluvat koko tiimille, joka on toiminut jollain tapaa kanssani työn merkeissä.

8 LÄHTEET

Ergonomia. 2009. Työterveyslaitoksen sivusto. Viitattu 4.12.2009.

[Http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/Sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/Sivut/default.aspx)

Launis, M. & Lehtelä, J. 2006. Ergonomiaopas koneiden ja työvälineiden hankintaan, käyttöön ja tarkastamiseen. Työterveyslaitos. Vammala: Vammalan kirjapaino.

Lindberg, T. 1997. Ergonomia – puhtaustiedon tietopaketti 17. Forssa: Puhtaustieto PT Oy.

Nielsen, J. 1993. Usability engineering. Academic Press, San Diego.

Niskanen, H. 1985. Traktorit, työkoneet ja maatalous. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Niskanen, H. 2000. Valtra 50 vuotta. Tarinoita. Lahti: Salpausselän Kirjapaino Oy.

Niskanen, H. 2009. Kilpailijavertailut. Valtra Oy, Tuotehallinta.

Niskanen, H. 2009. Tuoteopas. Valtra T -sarja, Valtra Oy, Tuotehallinta.

Pakonen, P. 2010. Haastattelut maaliskuussa 2010

Saari, J. 1981. Ergonomian perusteet. Jyväskylä: Työterveyslaitos.

Työturvallisuuslaki 738/2002, 23.8.2002/738 Viitattu 4.12.2009.

[Http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738)

Väyrynen, S., Nevala, N. & Päivinen, M. 2004 Ergonomia ja käytettävyys suunnittelussa. Helsinki: Teknologiateollisuus Ry.

Valtra. Historia. 2010. Valtran kotisivut. Viitattu 20.1.2010.

[Http://www.valtra.fi/company/127.asp](http://www.valtra.fi/company/127.asp), Yritys, Historia.



What is ergonomics? 2009. Kansainvälinen ergonomiajärjestö IEA. Viitattu

3.12.2009. [Http://www.iea.cc](http://www.iea.cc).

Liite 2 Käyttöliittymät John Deere

Heuristinen asiantuntija-arviointi käyttöliittymistä				
Traktorin ajotietokoneen valikko				
John Deere 7530 E Autopowr				
←—————→				
	Vaikeaa	Vaikeahko	kumpikaan	Helppoa
	-2	-1	0	1
	<input type="button" value="v"/>	<input type="button" value="v"/>	<input type="button" value="v"/>	<input type="button" value="v"/>
1. Kuinka helppoa on hahmottaa laitteen toiminta?				x
2. Kuinka helposti on kerrottavissa mitkä toiminnot ovat juuri nyt mahdollisia?				x
3. Kuinka helppoa on aikomuksesta johtaa tarvittava fyysinen ohjaustoiminto?				x
4. Kuinka helppoa on tehdä ohjaustoiminto?			x	
5. Kuinka helposti ilmenee, onko järjestelmä nyt toivotussa tilassa?			x	
6. Kuinka helppoa on järjestelmän tilasta johtaa tarvittava toimenpide eteenpäin?			x	
7. Kuinka helppoa on todeta järjestelmän nykytila?				x

Liite 3 Käyttöliittymät, Fendt

Heuristinen asiantuntija-arviointi käyttöliittymistä				
Traktorin ajotietokoneen valikko				
Fendt 820 Vario TMS				
				
		Ei lainkaan Niukasti jonkin verran/ melko hyvin Er. Hyvin		
		<input type="button" value="-2"/> <input type="button" value="-1"/> <input type="button" value="0"/> <input type="button" value="1"/> <input type="button" value="2"/>		
1. Ohjekirjan selkeys ja tiedon hakemisen helppous				
			x	
2. Valikon kieli on käyttäjän omaa				
	x			
3. Minimoitu muistikuorma. Kuinka helppoa valikon toiminta on oppia?				
		x		
4. Painikkeiden käytön mukavuus				
		x		
5. Ajotietokone antaa palautetta				
			x	
6. Valikoista pääsee helposti poistumaan				
			x	
7. Valikoissa voi käyttää oikopolkuja				
				x
8. Valikko ilmoittaa selkeästi virheistä				
		x		
9. Valikon ohjaus vähentää virhetilanteita				
	x			
10. Valikko auttaa ja antaa dokumentaatiota				
		x		
				

Liite 5 Käyttöliittymät, Massey Ferguson

Heuristinen asiantuntija-arviointi käyttöliittymistä

Traktorin ajotietokoneen valikko

Massey Ferguson 7485 DynaVT

← →
Ei lainkaan Niukasti jonkin verran Melko hyvin Er. Hyvin

-2 -1 0 1 2

1. Ohjekirjan selkeys ja tiedon hakemisen helpuus.

x

2. Valikon kieli on käyttäjän omaa

x

3. Minimoitu muistikuorma. Kuinka helppoa valikon toiminta on oppia?

x

4. Painikkeiden käytön mukavuus

x

5. Ajotietokone antaa palautetta

x

6. Valikoista pääsee helposti poistumaan

x

7. Valikoissa voi käyttää oikopolkuja

x

8. Valikko ilmoittaa selkeästi virheistä

x

9. Valikon ohjaus vähentää virhetilanteita

x

10. Valikko auttaa ja antaa dokumentaatiota

x



Liite 6 Käyttöliittymät, Massey Ferguson

Heuristinen asiantuntija-arviointi käyttöliittymistä

Traktorin ajotietokoneen valikko

Massey Ferguson 7485 DynaVT

Vaikeaa	Vaikeahko	kumpikaan	Helpohko	Helppoa
-2	-1	0	1	2

1. Kuinka helppoa on hahmottaa laitteen toiminta?

x

2. Kuinka helposti on kerrottavissa mitkä toiminnot ovat juuri nyt mahdollisia?

x

3. Kuinka helppoa on aikomuksesta johtaa tarvittava fyysinen ohjaustoiminto?

x

4. Kuinka helppoa on tehdä ohjaustoiminto?

x

5. Kuinka helposti ilmenee, onko järjestelmä nyt toivotussa tilassa?

x

6. Kuinka helppo on järjestelmän tilasta johtaa tarvittava toimenpide eteenpäin?

x

7. Kuinka helppo on todeta järjestelmän nykytila?

x

Liite 7 Käyttöliittymät, New Holland

Heuristinen asiantuntija-arviointi käyttöliittymistä

Traktorin ajotietokoneen valikko

New Holland 6070 PC

← →
Ei lainkaan Niukasti jonkin verran Melko hyvin Er. Hyvin

-2 ▾

-1 ▾

0 ▾

1 ▾

2 ▾

1. Ohjekirjan selkeys ja tiedon hakemisen
helppous.

x

2. Valikon kieli on käyttäjän omaa

x

3. Minimoitu muistikuorma. Kuinka helppoa
valikon toiminta on oppia?

x

4. Painikkeiden käytön mukavuus

x

5. Ajotietokone antaa palautetta

x

6. Valikoista pääsee helposti poistumaan

x

7. Valikoissa voi käyttää oikopolkuja

x

8. Valikko ilmoittaa selkeästi virheistä

x

9. Valikon ohjaus vähentää virhetilanteita

x

10. Valikko auttaa ja antaa dokumentaatiota

x

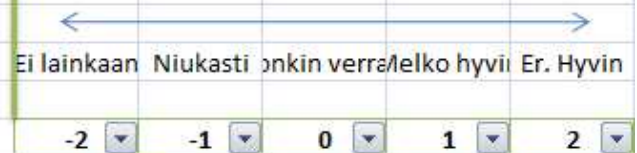


Liite 9 Käyttöliittymät, Valtra

Heuristinen asiantuntija-arviointi käyttöliittymistä

Traktorin ajotietokoneen valikko

Valtra T132 Direct



1. Ohjekirjan selkeys ja tiedon hakemisen helppous.

x

2. Valikon kieli on käyttäjän omaa

x

3. Minimoitu muistikuorma. Kuinka helppoa valikon toiminta on oppia?

x

4. Painikkeiden käytön mukavuus

5. Ajotietokone antaa palautetta

x

6. Valikoista pääsee helposti poistumaan

x

7. Valikoissa voi käyttää oikopolkuja

x

8. Valikko ilmoittaa selkeästi virheistä

x

9. Valikon ohjaus vähentää virhetilanteita


x

10. Valikko auttaa ja antaa dokumentaatiota

x



Liite 10 Käyttöliittymät, Valtra

Heuristinen asiantuntija-arviointi käyttöliittymistä					
Traktorin ajotietokoneen valikko					
Valtra T132 Direct					
					
	Vaikeaa	Vaikeahko	kumpikaan	Helppohko	Helppoa
	-2 ▾	-1 ▾	0 ▾	1 ▾	2 ▾
1. Kuinka helppoa on hahmottaa laitteen toiminta?				x	
2. Kuinka helposti on kerrottavissa mitkä toiminnot ovat juuri nyt mahdollisia?		x			
3. Kuinka helppoa on aikomuksesta johtaa tarvittava fyysinen ohjaustoiminto?				x	
4. Kuinka helppoa on tehdä ohjaustoiminto?				x	
5. Kuinka helposti ilmenee, onko järjestelmä nyt toivotussa tilassa?				x	
6. Kuinka helppo on järjestelmän tilasta johtaa tarvittava toimenpide eteenpäin?			x		
7. Kuinka helppo on todeta järjestelmän nykytila?					x

Liite 12 Mittaristo, Fendt

Arviot mittaristoista					
Traktorin ajotietokoneen valikko					
Fendt 820 Vario TMS					
←—————→					
	Huono	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä	Erinomain
	-2 ▾	-1 ▾	0 ▾	1 ▾	2 ▾
1. Mittareiden näkyminen kuljettajalle			x		
2. Mittariston yleisilme		x			
3. Kuinka kattavasti mittaristo tarjoaa informaatiota?				x	
4. Grafiikan selkeys ja luettavuus			x		
5. Mittariston yövalaistuksen yleinen taso		x			
6. Yövalaistuksen luettavuus ja grafiikan selkeys		x			
7. Merkkivalojen luettavuus ja erottuminen toisistaan			x		
8. Mittariston äänimerkkien kuuleminen				x	
9. Analogimittareiden luettavuus					
10. Digitaalimittareiden luettavuus			x		
					
HUOM!					
Fendissä ei ole lainkaan analogisia mittareita					

Liite 13 Mittaristo, Massey Ferguson

Arviot mittaristoista

Traktorin ajotietokoneen valikko

Massey Ferguson 7485 DynaVT



	Huono	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä	Erinomainen
	-2 ▾	-1 ▾	0 ▾	1 ▾	2 ▾
1. Mittareiden näkyminen kuljettajalle				x	
2. Mittariston yleisilme				x	
3. Kuinka kattavasti mittaristo tarjoaa informaatiota?				x	
4. Grafiikan selkeys ja luettavuus			x		
5. Mittariston yövalaistuksen yleinen taso				x	
6. Yövalaistuksen luettavuus ja grafiikan selkeys			x		
7. Merkkivalojen luettavuus ja erottuminen toisistaan			x		
8. Mittariston äänimerkkien kuuleminen			x		
9. Analogimittareiden luettavuus				x	
10. Digitaalimittareiden luettavuus			x		



Liite 16 Hallintalaittekyynäroja, John Deere

Käyttöergonomia

Traktorin hallintalaittekyynärojat ja sivuhallintalaittepaneelit

John Deere 7530 E Autopowr



Heikko Välttävä Tyydyttävä Hyvä Kiitettävä

-2 ▾

-1 ▾

0 ▾

1 ▾

2 ▾

1. Kyynärojan säädettävyys käyttäjän mittojen mukaan

x

2. Istuimen säädettävyys käyttäjälle eri työtilanteisiin

x

3. Käden asento käytettäessä joystickia

x

4. Tärkeimpien hallintalaitteiden ulottuvuus sormilla kyynärojassa

x

5. Kyynärvarren työasento käytettäessä kyynärojan laitteita

x

6. Vaihteiston käyttö kyynärojassa

x

7. Hydrauliikan (etukuormaajan) käyttö kyynärojassa

x

8. Käyttäjän ulottuvuus koko ohjaamon hallintalaitteisiin

x

9. Ajotietokoneen painikkeiden ergonominen käyttömukavuus

x

10. Hallintalaitteiden tarttumapinnat

x



Liite 17 Hallintalaittekyynärnoja, Fendt

Käyttöergonomia					
Traktorin hallintalaittekyynärnojat ja sivuhallintalaittepaneelit					
Fendt 820 Vario TMS					
	←-----→				
	Heikko	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä	Kiitettävä
	-2	-1	0	1	2
1. Kyynärnojan säädettävyyttä käyttäjän mittojen mukaan				x	
2. Istuimen säädettävyyttä käyttäjälle eri työtilanteisiin				x	
3. Käden asento käytettäessä joystickia					x
4. Tärkeimpien hallintalaitteiden ulottuvuus sormilla kyynärnojassa				x	
5. Kyynärvarren työasento käytettäessä kyynärnojan laitteita					x
6. Vaihteiston käyttö kyynärnojassa					x
7. Hydrauliiikan (etukuorman) käyttö kyynärnojassa				x	
8. Käyttäjän ulottuvuus koko ohjaamon hallintalaitteisiin			x		
9. Ajotietokoneen painikkeiden ergonominen käyttömukavuus			x		
10. Hallintalaitteiden tarttumapinnat					x



Liite 18 Hallintalaittekyynärnoja, Massey Ferguson

Käyttöergonomia

Traktorin hallintalaittekyynärnojat ja sivuhallintalaittepaneelit

Massey Ferguson 7485 DynaVT



Heikko Välttävä Tyydyttävä Hyvä Kiitettävä

-2 ▾

-1 ▾

0 ▾

1 ▾

2 ▾

	-2 ▾	-1 ▾	0 ▾	1 ▾	2 ▾
1. Kyynärnojan säädettävyys käyttäjän mittojen mukaan			x		
2. Istuimen säädettävyys käyttäjälle eri työtilanteisiin				x	
3. Käden asento käytettäessä joystickia				x	
4. Tärkeimpien hallintalaitteiden ulottuvuus sormilla kyynärnojassa			x		
5. Kyynärvarren työasento käytettäessä kyynärnojan laitteita				x	
6. Vaihteiston käyttö kyynärnojassa				x	
7. Hydrauliikan (etukuormaajan) käyttö kyynärnojassa				x	
8. Käyttäjän ulottuvuus koko ohjaamon hallintalaitteisiin				x	
9. Ajotietokoneen painikkeiden ergonominen käyttömukavuus		x			
10. Hallintalaitteiden tarttumapinnat				x	



Liite 19 Hallintalaittekyynärnoja, New Holland

Käyttöergonomia					
Traktorin hallintalaittekyynärnojat ja sivuhallintalaittepaneelit					
New Holland T6070 PC					
	←				→
	Heikko	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä	Kiitettävä
	-2	-1	0	1	2
1. Kyynärnojan säädettävyys käyttäjän mittojen mukaan				x	
2. Istuimen säädettävyys käyttäjälle eri työtilanteisiin				x	
3. Käden asento käytettäessä joystickia					x
4. Tärkeimpien hallintalaitteiden ulottuvuus sormilla kyynärnojassa				x	
5. Kyynärvarren työasento käytettäessä kyynärnojan laitteita				x	
6. Vaihteiston käyttö kyynärnojassa					x
7. Hydrauliikan (etukuormajaan) käyttö kyynärnojassa				x	
8. Käyttäjän ulottuvuus koko ohjaamon hallintalaitteisiin			x		
9. Ajotietokoneen painikkeiden ergonominen käyttömukavuus			x		
10. Hallintalaitteiden tarttumapinnat			x		
					

Liite 21 Ajotietokoneiden ominaisuudet

Ajotietokoneiden ominaisuuksia	
John Deere 7530 E Autopowr	
<i>CommandCenter</i>	
Vakiovarusteinen monipuolisilla toiminnoilla varustettu	
Hydr. Venttiilien hienosäädöt	
Vakionopeussäätimen asetus, moottorin optimitehon säätö	
Asetukset ja tallennus eri työkoneita varten	
Päisteautomatiikka	
Ajonopeus, kierrosluvut, polttoaineen kulutus, pinta-ala	
Päisteautomatiikka	
Fendt 820 Vario TMS	
<i>Varioterminal</i>	
Vakiovarusteinen monipuolisilla toiminnoilla varustettu	
Hydr. Venttiilien hienosäädöt	
Vakionopeussäätimen asetus, moottorin optimitehon säätö	
Asetukset ja tallennus eri työkoneita varten	
Päisteautomatiikka	
Ajonopeus, kierrosluvut, polttoaineen kulutus, pinta-ala	
Päisteautomatiikka	
Massey Ferguson 7485 DynaVT	
<i>Datatronik perusversio</i>	
Vakiovarusteinen, perustoiminnoilla varustettu	
Hydr. Venttiilien hienosäädöt kahdelle venttiilille	
Vakionopeussäädin, nopeusalueiden asetukset	
Ajonopeus, kierrosluvut, polttoaineen kulutus, pinta-ala	
New Holland 6070 PC	
Vakiovarusteinen, perustoiminnoilla varustettu	
Hydr. Venttiilien hienosäädöt kahdelle venttiilille	
Vakionopeussäädin, nopeusalueiden asetukset	
Ajonopeus, kierrosluvut, polttoaineen kulutus, pinta-ala	
Valtra T132 Direct	
<i>Proline</i>	
Vakiovarusteinen, monipuolisilla toiminnoilla varustettu	
Vakiovarusteinen monipuolisilla toiminnoilla varustettu	
Hydr. Venttiilien hienosäädöt	
Vakionopeussäätimen asetus	
Asetukset ja tallennus eri työkoneita varten	
Päisteautomatiikka	
Ajonopeus, kierrosluvut, polttoaineen kulutus, pinta-ala	
Päisteautomatiikka	
Huoltoilmaisin	