

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Jani Varis

EOL SÄHKÖINEN TESTAUS JA OHJELMOINTI

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2014



OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2014
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
P. +358502606800

Tekijä(t)

Jani Varis

Nimeke

EOL Sähköinen testaus ja ohjelmointi

Tiivistelmä

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia ja kehittää sähköinen testausmenetelmä John Deere Forestry Joensuun tehtaan tuotantolinjan loppukokoonpanoon diagnosoimaan koneissa esiintyviä vikoja ja tuomaan joustavuutta tuotantolinjalle vian ilmetessä. Lisäksi laitteella tullaan tekemään ohjelmien asennuksia.

Metsäkoneiden automaatio ja sähköjärjestelmät ovat kehittyneet viime vuosina nopeasti. Tätä kehitystä seuraten tarpeelliseksi ovat muodostuneet myös erilaiset diagnostiikka- ja ohjelmointityökalut. Linjakokoonpanossa esiintyvät häiriöt koneiden automaatio- tai sähköjärjestelmissä voivat aiheuttaa tuotantolinjan hidastumista tai pahimmassa tapauksessa pysähtymisen. Tätä kautta voi syntyä myös huomattavia kustannuksia, jos häiriötä ei saada paikallistettua ajoissa tai vikaa ei saada korjattua linjan liikkussa.

Työssä tutkittiin erilaisia diagnostiikkaan ja ohjelmien asennukseen liittyviä työkaluja ja menetelmiä, joilla edellä mainittuja häiriötilanteita voitaisiin ehkäistä ja mahdolliset viat voitaisiin poistaa koneista linjan liikkussa, normaalin linjan liikkeen hidastumatta. Työssä käsitellään John Deere metsäkoneiden automaatio- ja sähköjärjestelmää, esitellään CAN-väylän toimintaperiaatetta, tutustutaan kaupallisiin CAN-testilaitteisiin ja lopputuotteena oli testaus- ja ohjelmointipöytä John Deere Harvesterin ja kuormakoneen sähkö- ja automaatiojärjestelmän testausta varten.


Opinnäytetyössä saavutettiin sille asetetut tavoitteet ja työn tuloksena syntynyt EOL-testauslaite otettiin käyttöön John Deeren Joensuun tehtaalla.

Työstä jouduttiin rajaamaan pois antureiden tarkastus, automaattiset testisekvenssit ja testausraporttien luonti ja tallennus. Myös moottorin diagnosoinnin kehittäminen voisi kuulua jatkokehitysideoihin.

Kieli
suomi

Sivuja 40
Liitteet -

Asiasanat:
CAN-väylä, sähköinen testaus, ohjelmointi

	<p>THESIS March 2014 Degree Programme in Mechanical and Production Engineering</p> <p>Karjalankatu 3 FI 80200 JOENSUU FINLAND Tel. +358502606800</p>
<p>Author(s)</p> <p>Jani Varis</p>	
<p>Title</p> <p>EOL electrical testing and programming</p>	
<p>Abstract</p> <p>The purpose of the thesis was to study and develop an electrical testing device for John Deere Forestry Oy Joensuu Factory's finishing assembly line to diagnose failures and give flexibility for the assembly line. In addition, an EOL-tester will be performed in software installations.</p> <p>Automation and electrics for forest machines have been developed rapidly in the past years. For such development, it is also necessary to form various diagnostic and programming tools. Disruption of assembly line machine automation or electrical system failures can cause a slowdown in the production line or in the worst case, stop it. This can cause significant costs if such interference cannot be localized in time or cannot be repaired while the line is moving.</p> <p>The thesis studies a variety of diagnostic and programming tools and methods so that the above-mentioned incidents could be prevented and possible faults could be removed while the assembly line is moving without any effect on normal line flow. The thesis studies John Deere equipment automation and electrical systems, presents the CAN-bus operation principles, and introduces commercial CAN-testers. As the result of thesis, testing and programming table for John Deere wheeled harvester and forwarder automation and electrical testing was compiled.</p> <p>The study achieves its objectives and result of the work, an EOL-tester was implemented for use in John Deere Joensuu factory. Sensor inspection, automatic test sequences, creating and storage test reports were excluded from work. Moreover, engine diagnostics development could be included to further development ideas.</p>	
<p>Language</p> <p>Finnish</p>	<p>Pages 40</p> <p>Appendices -</p>
<p>Keywords</p> <p>CAN-bus, electrical testing, programming</p>	

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	7
1.1	Yritysesittely Deere&Company ja John Deere Forestry Oy	8
1.1.1	Pyöräalustainen harvesteri	9
1.1.2	Kuormakone	10
2	Liikkuvan koneen diagnostiikka.....	11
3	John Deere-metsäkone ohjaus- ja mittausjärjestelmä	12
3.1	John Deere-metsäkoneen sähköt ja automaatio.....	13
3.1.1	Sähkö- ja automaatiojärjestelmän pääkomponentit	13
3.2	Ohjelmistopakettit kaikkiin John Deere-metsäkoneisiin ja toimistoon .	14
3.2.1	TimberCenter ja TimberNavi.....	15
3.2.2	TimberLinkOffice, TimberCalc ja SilviA.....	15
4	CAN-väylän historia ja toimintaperiaate	16
4.1	Historia.....	16
4.2	Toimintaperiaate	16
5	Opinnäytetyö ja sen tavoitteet.....	17
5.1	Tarve sähköiselle testaukselle	17
5.2	Testilaitteen toimintojen määrittely.....	18
5.3	Testausmenetelmien kartoitus ja laitevalinnat	19
5.3.1	CAN-testerit	20
5.3.2	Antureiden testaus ja testerin muut ominaisuudet	21
5.4	Rajapinnat ja liitynnät peruskoneeseen	22
6	EOL-testerin kokoonpano	22
6.1	Osien hankinta ja layout-suunnittelu	22
6.2	EOL-testerin sisältämät laitteet	24
6.3	Layout-suunnitelma	25
6.4	Sähköjen asennus testeriin.....	25
6.4.1	Piirilevyn asennus.....	27
6.4.2	Sähköjen läpiviennit.....	28
6.4.3	Liitynnät peruskoneeseen.....	29
6.5	Käsipaneelien asennus ja muokkaus testerille sopivaksi.....	29
6.6	Kannettavan tietokoneen asennus.....	30
6.7	HPC/FPC-asennus ja jaettu kovalevy	30
6.8	PEAK PCANDIAG2-testerin asennus	31
6.9	CAN-rajapinnan asennus EOL-ohjelmointia varten	31

6.10	Toimilaitteiden sähköjen asennus ja kaapin ilmanvaihto	31
7	Testaussuunnitelma ja koekäyttö.....	33
7.1	Testaussuunnitelma.....	33
7.2	Testerin koekäyttö	33
8	Työohjeet ja testerin käyttö	34
8.1	Työohjeet.....	34
8.2	Koulutukset.....	34
8.3	CAN-väylän testaus	34
8.4	Peruskoneen kontrollereiden ohjelmointi	34
8.5	Sähköjärjestelmän testaus.....	35
8.6	ECU:n EOL-ohjelmointi ja MTG-rekisteröinti.....	35
9	Testauksen lopputulos	35
10	Testerin ylläpito ja huolto	36
11	Rajaukset.....	36
12	Työn tulokset.....	36
13	Pohdinta ja jatkokehitysideat	37
	Lähteet.....	39

Lyhenteet ja käsitteet

ACL	Vasemman käsipaneelin kontrolleri
ACR	Oikean käsipaneelin kontrolleri
Apteeraus	Puun rungon katkaisukohdan määrittäminen
BOC	Puomin kontrolleri
CAB	Ohjaamon kontrolleri
CAN	Controller area network
CiA	CAN in Automation
ECOS	Electronic Check Out System
ECU	Engine control unit, Moottorin ohjausyksikkö
EDL	Electronic data link
EOL	End of line testing, testaus linjan lopussa
FRC	Rungon kontrolleri
JD	John Deere
MTG	Modular telematic gateway, tiedonsiirto modeemi
SAE	Society of Automotive Engineers
SSC	Kahdenkertainen ohjauksen kontrolleri
TimberMatic	John Deere metsäkoneiden käyttöliittymä
TRC	Ajovoimansiirron kontrolleri
T4C	Tier 4 Moottorin lisäkontrolleri

1 Johdanto

Metsäkoneiden automaatio on kehittynyt huimin harppauksin viime vuosien aikana. Nämä uudet vaatimukset ja ominaisuudet vaativat uusia testausmenetelmiä ja nopeampaa reagointia ongelmatilanteisiin linjakokoonpanossa. Koneen pysähtyessä tuotantolinjalla häiriön seurauksena se voi aiheuttaa koko tuotantolinjan pysähtymisen ja sitä kautta huomattavia kustannuksia. Näitä ongelmia ennakoidaan ja poistamaan tarvitaan sähköistä testausta ennen koneiden ensimmäistä käynnistystä. Jos ongelmat pystytään havaitsemaan ja poistamaan linjan liikkuesssa, ne eivät pääse häiritsemään tuotantoa ja tuotantolinjan on mahdollista virrata suunnitellun aikataulun mukaisesti. Testausta suoritettaessa otetaan huomioon myös työohjeissa olevat turvallisuuskohdat.

Työssä perehdyttiin testauksen vaatimuksiin, testausmenetelmiin ja selvitettiin, mitkä menetelmät toimisivat tutkittavassa ympäristössä parhaiten, mutta kuitenkin erittäin kustannustehokkaasti. Työssä selvitettiin myös vaihtoehtoja kaupallisille testauslaitteille. Yksi vaihtoehto oli käyttää metsäkoneiden omia automaatiokomponentteja EOL-testauksen pohjana. Työssä myös perehdyttiin CAN-väylän toimintaan pääpiirteittäin, koska testauksen yksi oleellinen osa on CAN-väylän toiminnan tarkastaminen.

EOL-testauslaitteen perustana toimii Metsäkoneen oma automaatiojärjestelmä ja käyttöliittymä TimberMatic, johon on lisätty PEAK CAN-testeri ja kannettava tietokone, jolla voidaan suorittaa moottoridiagnostiikkaa ja ohjelmoida moottorin ohjausyksikkö (ECU) ja rekisteröidä John Deeren tietojärjestelmiin (MTG) kontrollerin tiedot. Testaus suoritetaan työntekijän toimesta työohjeita ja testilaitteen automatiikkaa käyttäen.

1.1 Yritysesittely Deere&Company ja John Deere Forestry Oy

Deere&Company kuuluu nykyisin maailman arvostetuimpien yritysten joukkoon. Vuonna 1837 seppä ja keksijä John Deerellä oli sepän paja, hylätty terässäha ja idea, joka auttaisi viljelijöitä ja muuttaisi maanviljelyn lopullisesti. John Deere on maailmanlaajuinen yritys joka, toimii maa- ja metsätalouden parissa. Kaikki liiketoiminta on paikallista, jotta yritys voi ymmärtää asiakkaitaan ja vastata heidän tarpeisiinsa. (John Deere 2013a.)

John Deere toimii 35 maassa ja työllistää yhteensä yli 60 000 työntekijää. John Deere Forestry Oy:n Pyöräalustaisten metsäkoneiden tuotekehitys ja Euroopan markkinointikeskus sijaitsee Tampereella, jossa työskentelee 200 työntekijää. Joensuussa sijaitsee John Deere Forestry Oy:n tehdas, joka on perustettu 1972, siellä työskentelee n. 350 työntekijää tuotannossa, ostossa ja ylläpito-suunnittelussa. Joensuun tehdas on ainoa Deere&Companyn tehdas, jossa valmistetaan pyöräalustaisia harvestereita ja kuormakoneita. (John Deere 2013a.)

Joensuussa sijaitsee myös Waratah OM Oy, joka on Outokummun Metallin ja John Deere Forestryn yhteistyöyritys. Waratah OM Oy valmistaa kaikki John Deeren harvestereissa käytettävät harvesteripäät ja lisäksi omalla tuotemerkillä olevia harvesteripäitä ja ohjausjärjestelmiä. (John Deere 2013a.)

1.1.1 Pyöräalustainen harvesteri

Harvesteri kaataa, karsii ja katkoo puut määrämittäisiksi. Keskikokoiset harvesterit ovat monipuolisia ja soveltuvat harvennuksiin ja uudishakkuihin. Suuremmat harvesterit ovat pääasiassa tarkoitettu uudishakkuihin. Suurimmissa harvestereissa on riittävästi tehoa ja kapasiteettia käsittelemään suuria puita vaikeissakin olosuhteissa. Alla on kuva John Deere 1470E pyöräalustaisesta harvesterista. (John Deere 2013b.)



Kuva 1. John Deere harvesteri (John Deere 2013c).

1.1.2 Kuormakone

Kuormakoneet kuljettavat harvesterin prosessoimat puut pois metsästä tien varteen, josta puunkuljetusauto kuljettaa puut eteenpäin. Pienet kuormatraktorit soveltuvat parhaiten ensiharvennuksille, mutta niitä voi käyttää myös myöhäisillä harvennuksilla. Keskikokoiset kuormakoneet sopivat harvennuksille ja kasvatushakuille. Suuret kuormakoneet soveltuvat parhaiten päätehakuille ja niissä on paljon tehoa ja voimaa kulkea pitkiäkin matkoja vaikeissa maasto-olosuhteissa. Kuvassa on John Deere 1510E kuormakone. (John Deere 2013d.)



Kuva 2. John Deere kuormakone (John Deere 2013e).

2 Liikkuvan koneen diagnostiikka

Varsinkin kenttäväylätekniikassa turvallisuutta haetaan diagnostiikan avulla. Tällaista ennakoivaa diagnostiikkaa kannattaa käyttää myös koneautomaatiojärjestelmissä. Koneen käynnistyksen yhteydessä suoritettu diagnostiikka voi paljastaa vikoja, joiden seurauksena konetta ei voida käyttää turvallisesti. Ohjausjärjestelmä voi tällöin estää koneen käytön tai rajoittaa tiettyjä toimintoja esim. moottorin kierroksia. (Hietikko, Alanen & Tiusanen 1996.)

Koneen käytön aikana syntyvät viat pyritään löytämään jatkuvalla vikavalvonnalla. Vian esiintyessä koneen ohjausjärjestelmä asettaa koneen turvalliseen tilaan. Pelkällä diagnostiikalla ei saavuteta vikasietoisuutta, mutta sillä voidaan ehkäistä vikoja ja mahdollistaa koneen turvallinen toiminta tällaisissa tilanteissa. (Hietikko, Alanen & Tiusanen 1996.)

Kun työkonetta tai sen osajärjestelmää ohjataan ohjausjärjestelmällä, tarvitaan joukko antureita, toimilaitteita, kaapeleita ja elektroniikkaa ohjelmistoihin. Tällaisessa järjestelmässä esiintyy ajoittain vikoja käyttöönoton ja käytönkin aikana. Vikojen havaitsemista, paikantamista ja korjaamista varten järjestelmään lisätään diagnostiikkaominaisuuksia. (Hietikko, Alanen & Tiusanen 1996.)

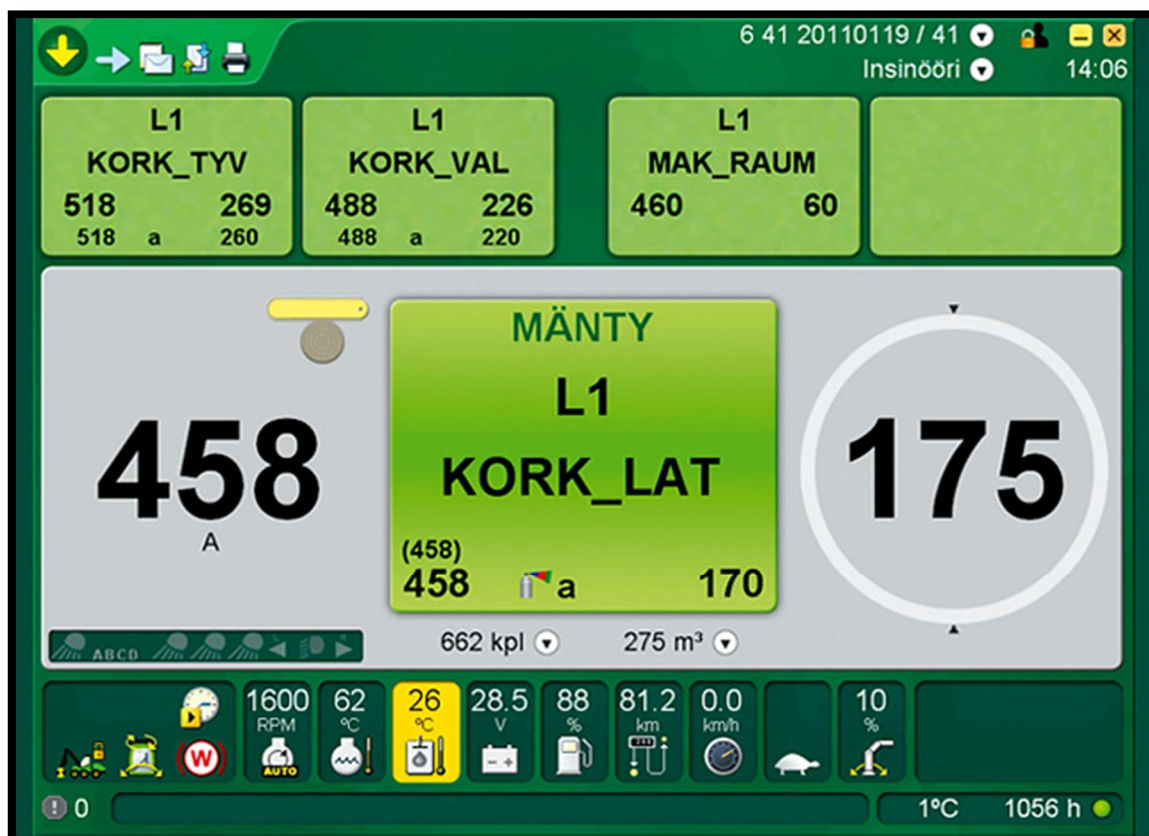
Kokonaan toinen taso on varsinainen koneen diagnostiikka, jota voidaan nimittää myös kunnonvalvonnaksi. Kunnonvalvonta edellyttää usein sitä, että järjestelmään kytketään lisääntureita, joita ilmankin järjestelmä voisi toimia. (Hietikko, Alanen & Tiusanen 1996.)

Diagnostiikkaohjelmistot, ohjekirjat, käyttöliittymä ja mahdolliset lisäanturit voidaan integroida ohjausjärjestelmään. Toinen vaihtoehto on tehdä koneen ulkopuolinen testauslaite tai edellä mainittujen yhdistelmä. Tärkeä kysymys on se, mihin vedetään raja missäkin tilanteessa, eli kuinka paljon on järkevää upottaa diagnostiikkaa koneeseen ja mitkä jätetään diagnostiikkalaitteisiin. (Hietikko, Alanen & Tiusanen 1996.)

3 John Deere-metsäkone ohjaus- ja mittausjärjestelmä

TimberMatic mittaus- ja automaatiojärjestelmä sisältää peruskoneen hallinnan, mittauksen ja apterauksen yhdessä käyttöliittymässä. Järjestelmään on myös integroitu koko konetta koskeva ohjemateriaali. Kaikki päivittäiset toiminnot ovat helposti saatavilla pikavalintojen alta, mikä tehostaa työskentelyä. Lisäksi kuljettajan on mahdollista määrittellä omakohtaiset asetukset itselleen sopiviksi. (John Deere 2013f).

Harvestereiden ja kuormakoneiden näppäimistöt ja muut hallintalaitteet on suunniteltu lähes samanlaisiksi, jolloin koneesta toiseen vaihtaminen on tehty helpoksi. TimberMatic ohjelmiston avulla koneet voidaan säätää optimaalisesti, jolloin koneella saadaan tehtyä paras mahdollinen tulos. TimberMatic sisältää myös erittäin kattavan diagnostiikan ja hälytyslokin. Alla on kuva TimberMatic käyttöliittymän päänäytöstä. (John Deere 2013f).



Kuva 3. TimberMatic työnäyttö (John Deere 2013f).

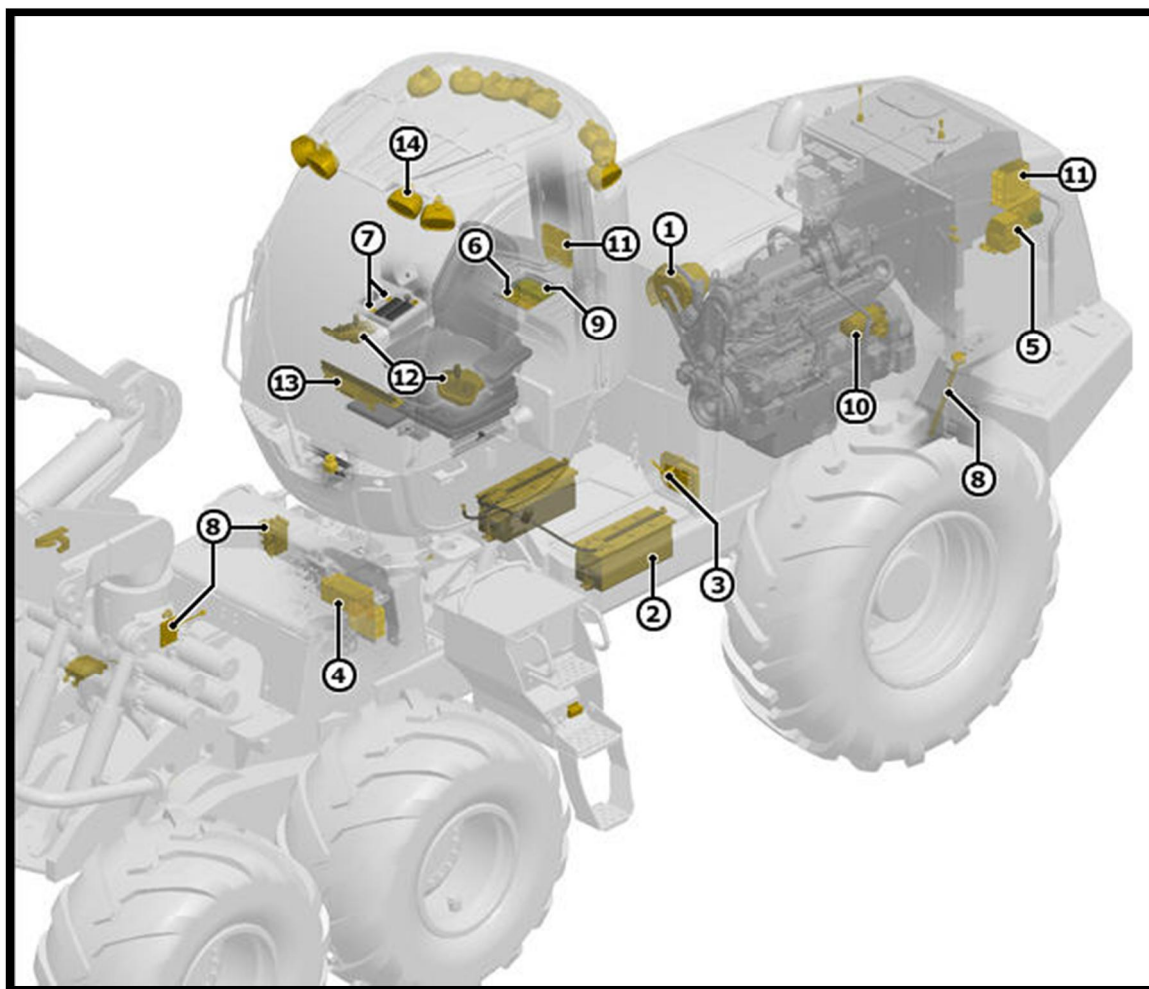
3.1 John Deere-metsäkoneen sähkö ja automaatio

John Deere metsäkoneiden sähkö ja automaatio koostuvat lukuisista eri komponenteista ja toiminnoista. Sähköjärjestelmän tarkoitus on tuottaa riittävä sähkövirta koneen eri järjestelmiin ja toimilaitteisiin. Koneissa on negatiivisesti maadoitettu sähköjärjestelmä, jossa kaksi 12 voltin akkua on sarjaan kytkettynä. Nämä akut tuottavat 24 voltin jännitteen ja tarvittavan määrän virtaa. Suurin osa koneiden sähkölaitteista on kytketty akkuihin päävirtakytkimen kautta. Koneen ohjausjärjestelmä, kontrollerimoduulit ja anturit ovat osa tätä järjestelmää.

3.1.1 Sähkö- ja automaatiojärjestelmän pääkomponentit

Kuvassa 4 on esitetty John Deere metsäkoneen sähkö ja automaatiojärjestelmän pääkomponentit. Yhdistämällä alla olevasta luettelosta numeron Kuvaan 4 saadaan kuvan numeroille selitykset.

1. Laturi
2. Akut
3. Päävirtakytkin
4. Etuvaunun sulakekotelo
5. Takavaunun sulakepaneeli
6. Ohjaamon sulakkeet ja releet
7. Virtaliitännät
8. Anturit
9. 12/24V:n muuntajat
10. Käynnistysmoottori
11. Kontrollerimoduulit
12. Käsipaneelien ohjaimet
13. Koneen PC
14. Valot



Kuva 4. John Deere metsäkoneen automaatiojärjestelmä (John Deere 2013g).

3.2 Ohjelmistopakettit kaikkiin John Deere-metsäkoneisiin ja toimistoon

TimberOffice-ohjelmistopaketti on kehitetty metsäkoneyrittäjille ja metsäyhtiöille työkaluksi sekä puunkorjuun tiedonhallintaan että metsäkoneen suorituskyvyn ja kunnan valvontaan. Ohjelmistopakettiin kuuluvat seuraavat ohjelmat: TimberCenter, TimberNavi, TimberLinkOffice, TimberCalc ja SilviA. (John Deere 2013h.)

3.2.1 TimberCenter ja TimberNavi

TimberCenter on kehitetty sähköpostin ja tiedonhallintaan. Koneen tuottamaa tietoa voidaan selata, muokata, yhdistää, tallentaa ja tulostaa. (John Deere 2013h.)

TimberNavi on älykäs paikkatietojärjestelmä puunhankintaan. Järjestelmä toimii GPS-paikannuksen avulla. Kuljettaja voi nähdä reaaliajassa oman sijaintinsa tietokoneen näytöllä muun karttatiedon ohella. (John Deere 2013h.)

3.2.2 TimberLinkOffice, TimberCalc ja SilviA

TimberLinkOffice on tarkoitettu metsäkoneen suorituskyvyn ja kunnon seurantaan. TimberLink-järjestelmä auttaa kuljettajaa ja huoltoa optimoimaan tuottavuuden, käyttöasteen ja päivittäiset käyttökustannukset. Tuotostietoja ja koneen kuntoa voidaan seurata myös toimistossa. (John Deere 2013h.)

TimberCalc toimii apuna kustannusten seurannassa ja budjetoinnissa. Järjestelmä sisältää kolme integroitua ohjelmistoa: konekustannukset, seuranta ja arviointi. Näiden avulla yrittäjä pystyy analysoimaan tulosta, laskemaan kustannuksia, budjetoimaan, ohjaamaan tuottavuutta sekä suunnittelemaan yrityksen taloutta. (John Deere 2013h.)

SilviA-ohjelmalla voidaan luoda apteerausohjeita. Apteerausohjeisiin voidaan liittää esim. arvo-, jakauma-, määräraja- ja värimerkkausmatriisit. Tietojen pohjalta voidaan tehdä erilaisia analyysejä. (John Deere 2013h.)

4 CAN-väylän historia ja toimintaperiaate

4.1 Historia

Robert Bosch aloitti CAN-väylän kehittämisen 80-luvun alkupuolella. Se esiteltiin virallisesti helmikuussa 1986 the Society of Automotive Engineers (SAE) kongressissa Detroitissa. CAN-väylä suunniteltiin alun perin autoteollisuuden käyttöön. Tänä päivänä alunperin autoteollisuudelle suunniteltu väylä on käytössä melkein kaikissa autoissa sekä muissa liikkuvissa koneissa esimerkiksi junissa, laivoissa, teollisuuden sovelluksissa ja metsäkoneissa. (CAN in Automation 2013.)

CAN-väylälle saatiin standardi ISO 11898 vuonna 1993. Suomessa CAN-väylän otti käyttöön ensimmäisten joukossa hissejä valmistava Kone Oy. Marraskuussa 1992 CiA international users and manufacturers group perustettiin. CiA on useiden yhtiöiden perustama voittoa tavoittelematon järjestö, joka tarjoaa teknistä, tuote ja markkinointitietoa käyttäjille ja kehittäjille. Järjestön perustamisen tavoitteena oli edistää CAN-tietämystä, laajentaa käyttäjäkuntaa ja tarjota tietoa sovellusten kehittäjille. Järjestössä on jäsenenä tällä hetkellä 560 yritystä. CiA:n tytäryhtiö CiA GmbH tarjoaa CANopen testaustyökaluja ja julkaisee artikkeleita ja oppaita liittyen CANopeniin ja J1939 CAN-protokollaan. (CAN in Automation 2013.)

4.2 Toimintaperiaate

CAN-väylä on topologialtaan bus-tyyppiä, eli väylä kulkee jokaisen solmun kautta ja se päätetään molemmista päistä päätevastuksella. CAN-väylään liitettävillä solmuilla ei käytännössä ole ylärajaa, mutta solmujen määrä riippuu lähetin-vastaanotin-kytkennästä. Väylän enimmäispituus maksiminopeudella 1Mbit/s on 40 metriä. Enimmäispituutta ei voi kasvattaa parantamalla lähetin-vastaanotin-kytkentää vaan enimmäispituus määräytyy siirtotien viiveen mukaan. Maksimipituus on siis kiinni sähkömagneettisen aallon kulkunopeudesta. Maksimipituutta ei voi kasvattaa kuin siirtonopeutta alentamalla. Esimerkiksi 50 kbit/s siirtonopeudella väylä voi olla maksimissaan 1 km:n mittainen. (Alanen 2000.)

Napin painallus muuttuu CAN-kontrollereissa numeroiksi, siksi CAN-väylän diagnosointi ei onnistu yleismitarilla. Huoltomiehellä on oltava CAN-protokollaa lukeva testauslaite. Valmistajakohtaisissa diagnostiikkalaitteissa CAN-viestit voidaan tulkata selkokielelle numeerisista viesteistä. Kaikki väylällä olevat laitteet voivat lukea ja käyttää hyväkseen väylällä liikkuvia viestejä, koska kaikki laitteet sijaitsevat pääosin samalla väylällä. (Alanen 2000.)

Väylä muodostuu kierretystä parikaapelista, jossa vilisee eri solmujen lähettämiä sanomia. Nämä sanomat voidaan nähdä oskilloskoopilla kanttiaaltona, jonka pulssit ovat satunnaisen pituisia. Kun CAN-väylään kytketään diagnostiikkalaitte, sen avulla saadaan selville kaikki väylällä olevat signaalit ja lisäksi voidaan kysellä kontrollereilta muita diagnostiikkaan liittyviä tietoja, kuten vikalokit ja kontrollereiden tila. CAN-väylän käyttämiseen liittyviä etuja ovat: Useiden piiri-valmistajien sitoutuneisuus ja useita soveltajia niin kone- kuin teollisuusautomaatiossakin, nopea, kevyt ja helpohko toteuttaa, standardoitu, edulliset komponentit, on paljon tarjontaa sekä komponenteissa että työkaluissa. (Alanen 2000.)

5 Opinnäytetyö ja sen tavoitteet

5.1 Tarve sähköiselle testaukselle

EOL-testauslaite päätettiin rakentaa, koska aiemmin linjalla kulkevista koneista havaittiin viat vasta ensikäynnistyspisteessä. Tämä kuormittaa ensikäynnistyspistettä merkittävästi ja voi pysäyttää pahimmassa tapauksessa koko tuotantolinjan. Esimerkiksi yksinkertainen sähköjen väärinkytkeä tai pinnan perääntyminen sähköliittimestä voi aiheuttaa usean tunnin vianetsinnän ja sitä kautta linjan hidastumisen tai kokonaan pysähtymisen. Lisäksi uusissa konemalleissa (IT4) moottoriohjelman lataus suoritetaan Joensuun tehtaalla. Aiemmin ECU:t tulivat valmiiksi ohjelmoituina moottoritehtailta Ranskasta tai USA:sta.

Lisäksi IT4-koneissa on uusi MTG-moduuli joka rekisteröidään moottoriohjelman latauksen yhteydessä John Deeren tietokantaan. Aiemmin Joensuun tehtaalla ei ole ollut koneiden CAN-väylän testausta, vaan se on hoidettu koneen

omalla diagnostiikalla. EOL-testerin suunnittelun yhteydessä päädyimme ratkaisuun, jossa tämä testaus otetaan myös huomioon. Testauksen yhteydessä ladataan ohjelmat kontrollereille ja diagnosoidaan mahdolliset viat ennen ensikäynnistystä. Tämä antaa aikaa korjata viat linjan liikkeessa ja parantaa ensikäynnistysten turvallisuutta.

5.2 Testilaitteen toimintojen määrittely

EOL-testauslaitteen suunnittelussa oli mukana useita ammattilaisia omilta aloiltaan. Edustettuna olivat automaatio, tuotanto- ja sähköosastot. Laitteen suunnittelun lähtökohtana oli suunnitella ja rakentaa juuri tarkoituksiin sopiva testilaitteisto kustannukset huomioiden. Testaus suunniteltiin tehtäväksi pelkästään harvesterilinjalla, mutta suunnittelun edetessä tuli selväksi, että testerin on sovelluttava pienillä muutoksilla myös kuormakoneiden testaukseen. Ei ole kustannustehokasta rakentaa omaa laitetta molemmille linjoille vaan on yksi laite, jolla pystytään hoitamaan testaus kattavasti molemmilla tuotantolinjoilla.

Sekä harvesterissa ja kuormakoneessa sähköjen liitynnät ohjaamon ovat yhteisiä, joten se helpotti huomattavasti sähköliityntöjen ja laitteen käytön suunnittelua molemmilla tuotantolinjoilla. Testaus suoritetaan kahdessa vaiheessa. Ensimmäinen vaihe suoritetaan ennen ohjaamon asennusta ja viimeinen vaihe suoritetaan ohjaamon ollessa koneessa paikallaan. Testauslaite sisältää metsäkoneen ohjaamon sähköt kokonaisuudessaan, joten kokoonpanoltaan testilaitte kytkettynä metsäkoneeseen on melkein sama, kuin koneessa olisi ohjaamo paikallaan. Tällä saavutetaan testauksessa yhdenmukainen ja luotettava lopputulos. Testauksen kattavuudessa päädyttiin seuraavanlaiseen suunnitelmaan:

1. Moottoriohjelman lataus moottorin kontrollerille (ECU)
2. MTG-kontrollerin ohjelman lataus ja rekisteröinti
3. CAN-väylässä olevien kontrollereiden ohjelmien lataus
4. Koneen sähköjärjestelmän testaus
 - Kontrollereiden virransyötöt BAT, ELX, VP 1/2/3/4/5
 - Sähköjärjestelmän kokonaisresistanssi
5. Koneen CAN-väylän testaus:
 - CAN-väylän ominaisimpedanssi

- CAN-väylän oikosulut
 - CAN-väylän jännite
 - CAN-väylän kuorma
6. Antureiden testaus LABVIEW-ohjelmalla
 7. Pumppujen testaus
 8. Valojen testaus peruskoneen osalta.

5.3 Testausmenetelmien kartoitus ja laitevalinnat

Tietoa erilaisista sähköisistä testausmenetelmistä etsin internetistä ja keskustelemalla automaatioasiantuntijoiden kanssa. Löysin yrityksiä, jotka tarjoavat palveluitaan erilaisien testausmenetelmien tuottamiseen. Keskusteluissa päädyttiin usein siihen tilanteeseen, että hinta tämänytyypisille ratkaisuille on huomattavan korkea ja täten projektin kannalta saavuttamattomissa. Tutkin myös mitä testausmenetelmiä muissa John Deeren yksiköissä käytetään ja sain selville, että Siemensin valmistava ECOS-testaus on merkittävässä asemassa maailmanlaajuisesti John Deerellä.

ECOS-testaus kuulosti mielenkiintoiselta, joten päätin perehtyä siihen hieman lisää. Lähinnä Joensuuta tällainen testaus löytyy Saksasta JD:n ohjaamoja valmistavasta Bruchsalin tehtaasta ja lähellä sitä olevasta JD:n Mannheimin traktori-tehtaasta. Matkustin Saksaan automaatioinsinöörin kanssa ja pääsimme tutustumaan ECOS-testaukseen molemmissa tehtaissa. Saimme selville, että ECOS-testauksessa on monia eri vaihtoehtoja laitteiston kapasiteetille. On olemassa suuria kaapissa sijaitsevia testereitä, jotka ovat kiinteästi asennettuna tehdasympäristöön ja sitten on pienempiä kädessä pidettäviä mobiililaitteita.

ECOS testerin toimintaperiaate perustuu jännitteen ja virran mittaamiseen, CAN-väylälle kirjoittamiseen ja sieltä lukemiseen. ECOSissa voidaan suorittaa automaattisia testisekvenssejä, joista voidaan generoida hyvin kattavat testiraportit. ECOS-testerissä on hyvin visuaalinen käyttöliittymä ja sen käyttö on verrattavissa tablet-tietokoneeseen. Käyttöliittymä kertoo sanallisesti koneista löydettyt viat ja antaa tarvittaessa tietoa vian korjaamiseksi. Totesimme, että laitteistot ovat hyviä ja testaus niillä on hyvin kattavaa. Myös testausraportit olivat selkeitä ja helposti tulkittavia. Testaus oli monipuolista ja tapahtui verrattain no-

peasti, myös testereiden käytettävyys oli erittäin hyvä. Testerit sopivat suuren volyymin tuotantoon erittäin hyvin ja kustannus volyymeihin verrattuna ei ollut merkittävän suuri. Hyvänä puolena kaupallisessa ECOS-testerissä oli myös huollettavuus ja ylläpito, joka tapahtui melkein täysin alihankkijan toimesta. Tämä lisää tietysti kustannuksia, mutta ei ole kuitenkaan merkittävä suurilla volyymeilla toimittaessa.

ECOS-testeriä mietittäessä verrattain pienen volyymin tuotantoon Joensuussa tuli kysymykseen hinta, joka Joensuun tehtaan volyymiin sovitettuna olisi ollut melko korkea. ECOS-testerin ylläpidosta ja huollosta joutuisi myös maksamaan volyymeihin nähden aika paljon. Lopputulos kaupallisten testereiden tarjonnasta oli siis sellainen, että kaupalliset testauslaitteet ovat hyviä, toimivia ja luotettavia, mutta hinta on korkea ja ylläpitokustannukset merkittävät tuotantoon verrattuna.

Siispä kokonaisvaltaiseen sähköiseen testaamiseen pienillä volyymeilla oli parempi tehdä suunnitelma. Joko koneen oman diagnostiikan ja kaupallisen CAN-testerin yhdistelmänä tai käyttää jotain todella kevyttä sähköistä testeriä, joka sisältää tietokoneen, diagnostiikkaohjelmiston sähköjärjestelmälle ja diagnostiikan CAN-väylän testaamiseen. Vaihtoehtona oli myös kehittää kevyt testaus loppukokoonpanoon ja pieniä erillisiä testereitä osakoontiin. Tässä ratkaisussa oli myös se huono puoli, että laitteiden huolto ja ylläpito nykyisiin resursseihin verrattuna olisi ollut monimutkaista ja vaativaa.

5.3.1 CAN-testerit

CAN-testerin määritysten selvittyä aloin tehdä kartoitusta erilaisia testausmenetelmistä ja laitteista. Kysymykseen tulivat niin kaupalliset kuin jo tehtaalla ja koneissa olevat testaukseen soveltuvat ohjelmistot ja laitteistot. Aloin etsiä ensimmäisenä testauslaitetta, jolla CAN-väylästä saataisiin mahdollisimman tarkka ja testauksen määrittäjä vastaava kuva. Tutkin internetistä erilaisia kaupallisia CAN-testereitä ja lopulta päädyin kahteen eri vaihtoehtoon IXXAT ja PEAK CANDIAG2. Tilasin kumpaakin yhden kappaleen tarkemmin tutkittavaksi ja testattavaksi todellisessa toimintaympäristössä. Aloitin laitteiden koekäytön Tampereella automaatioasiantuntijan kanssa. Testasimme kumpaakin laitetta erilais-

sa John Deeren metsäkoneissa ja tulin siihen lopputulokseen, että molemmat testerit ovat todella laadukkaita ja antavat luotettavat testaustulokset. PEAK:n testerit oli hieman yksinkertaisempi ja visuaalisempi. Siinä valikoitten selaaminen oli helppoa ja se onnistui jo lyhyen perehtymisen jälkeen. Lisäksi PEAK:n testerissä CAN-väylää ei tarvitse muuttaa erilaisia testaustilanteita vastaavaksi vaan kaikki halutut testit voidaan ajaa yhdestä liityntärajapinnasta ilman väylän muokkaamista. (PEAK 2013.)

IXXAT:n testerit vaatii hieman enemmän perehtymistä ja on hieman monimutkaisempi käyttää. Käyttö kuitenkin onnistuu perehtymällä kunnolla käyttöohjeisiin ja harjoittelemalla erilaisia testisekvenssejä useampaan kertaan. Testerit sisältää muun muassa seuraavanlaisia testejä: Kaapelitesti, Johtosarjatesti, Päätevastustesti, CAN-kaapelin pituustesti ja muita CAN-väylään liittyviä testejä. (IXXAT 2013.)

5.3.2 Antureiden testaus ja testerin muut ominaisuudet

Antureiden testaamiseen päätin käyttää LABVIEW-ohjelmaa, jota Deerellä käytetään yleisesti tutkimus- ja tuotekehitysosastolla. LABVIEW ohjelman käyttöliittymän muokattavuus ja yksinkertaisuus yhdistettynä edulliseen hintaan oli ratkaiseva tekijä päätöstä tehdessä. Lisäksi Deereltä löytyy runsaasti ammattitaitoa ohjelmiston muokkaamiseksi tarkoitusta vastaavaksi. LABVIEW-ohjelmisto voidaan kytkeä CAN-väylään useilla eri CAN-rajapinnoilla ja siihen voidaan asentaa Deerellä käytössä olevat CAN-kirjastot, joten ohjelma ymmärtää kaikki halutut CAN-viestit. Testauslaite on oltava liikuteltavissa paikasta toiseen niin, että kaikki laitteet pysyvät päällä. Päätin asentaa testeriin akun ja ylläpitolaturin, jolla akku latautuu silloin, kun se on mahdollista kytkeä verkkovirtaan. Keskustelin asiasta sähkösuunnittelijan kanssa ja tulimme siihen tulokseen, että suljettu lyijyakku on paras vaihtoehto kyseiseen kohteeseen. Suljettu lyijyakku ei tuota ladattaessa vetykaasua, joka on rähähdysherkkää.

5.4 Rajapinnat ja liitynnät peruskoneeseen

Ensimmäisessä EOL-testausvaiheessa rajapintoina käytetään ohjaamoon kiinnitettäviä johtosarjoja ja kaapeleita ja toisessa vaiheessa käytetään ECU:n läheisyydestä sijaitsevaa CAN-liitintä. Alla olevassa kuvassa on havainnollistettu ohjaamoon kytkettävät kaapelit, joita käytetään testerin rajapintoina liityttäessä peruskoneeseen. Kuvassa vasemmalta oikealle lueteltuna kaapelit: Ohjaamon moninapakaapeli, CAN-kaapeli, ilmastointilaitteen kaapeli, ohjaamon päävirtakaapeli ja ohjaamon maadoituskaapeli.



Kuva 5. Ohjaamon sähköliitynnöistä. (Kuva: Jani Varis.)

6 EOL-testerin kokoonpano

6.1 Osien hankinta ja layout-suunnittelu

EOL-testilaitteen rakentaminen alkoi osien määrittelyllä ja ostamisella. Ensimmäiseksi täytyi määrittellä pöytä, johon testauslaitteisto rakennettiin. Aloin hahmotella laitteistokokoonpanoa työpöydälleni, johon sijoittelin kaikki komponentit,

joita aioin testerissäni käyttää. Mittasin laitteiden vaatiman tilan ja suunnittelin samalla muiden lisälaitteiden ja johtosarjojen sijoittelun. Päädyin tähän pöydälle sijoitteluun siksi, että halusin varmistaa oikeilla komponenteilla vaaditun tilan. Saman olisi voinut tehdä jollain suunnitteluohjelmalla 3D-mallein, mutta katsoin tämän menetelmän luotettavammaksi kyseisessä tilanteessa. Hahmoteltuani laitteiden tarvitsemat mitat aloin etsiä internetistä sopivan pyörillä kulkevan kaappin mallin laitteistolle. Sopiva kaappi löytyi lopulta Gerdmans yrityskalusteista josta se myös tilattiin. Kaikki muut osat kaappia ja CAN-testereitä lukuun ottamatta löytyivät pääasiassa Joensuun tehtaalta ja Saksan Bruchsalissa sijaitsevalta John Deeren ohjaamotehtaalta. Kaikki johtosarjat tilattiin Bruchsalista. Alla olevissa kuvissa on näytetty, kuinka aloin hahmotella laitteiden vaatimaa tilaa EOL-testerissä. Toisessa kuvassa on Gerdmansilta hankittu kaappi.



Kuva 6. Laitteiden vaatiman tilan ja layoutin hahmottelua. (Kuva: Jani Varis.)



Kuva 7. Gerdmansilta hankittu kaappi testerin rakentamista varten. (Kuva: Jani Varis.)

6.2 EOL-testerin sisältämät laitteet

EOL-testauslaite pitää sisällään paljon erilaisia laitteita ja komponentteja. Seuraavassa luettelossa on listattu EOL-testerin sisältämät pääkomponentit ja laitteet.

1. Kannettavan tietokoneen
2. PEAK PCAN2 CAN-testerin
3. Harvesterin käsipaneelit
4. Metsäkoneen ohjaamon IT4 yhteensopivat sähköt
5. HPC/FPC jaetulla kovalevyllä
6. Kytkin-paneeli
7. Yksi suljettu lyijyaku
8. Exide-ylläpitolaturi akun lataamiseen, kun testeri on kytketty verkkovirtaan.

6.3 Layout-suunnitelma

Asettelin kaikki laitteet kaappiin ja hahmottelin hieman johtosarjojen reitityksiä ja suunnittelin, kuinka laitteet saadaan sijoiteltua järkevästi ja käytettävästi kaappiin. Kuvassa on sijoiteltuna kaikki testauksessa tarvittavat laitteet kaapin sisään niille paikoilleen, johon ne tulevat.



Kuva 8. Laitteiden sijoittelua kaappiin. (Kuva: Jani Varis.)

6.4 Sähköjen asennus testeriin

Testerin sähköjen asennus aloitettiin ohjaamon pääjohtosarjan ja siinä olevien liityntöjen asentamisella. Kaappi on alaosastaan jaettu kahteen kerrokseen, joten varasin yläpuolen kokonaan metsäkoneen ohjaamon omille sähköille ja alapuolelle sijoitettiin koneeseen kuulumattomat, mutta testerin toiminnan kannalta välttämättömät sähköt. Nämä sähköt eivät ole millään tavalla kosketuksissa toisiinsa vaan toimivat kahtena täysin erillisenä järjestelmänä. Testauksen luotavuuden kannalta tämä on ratkaisevan tärkeää.

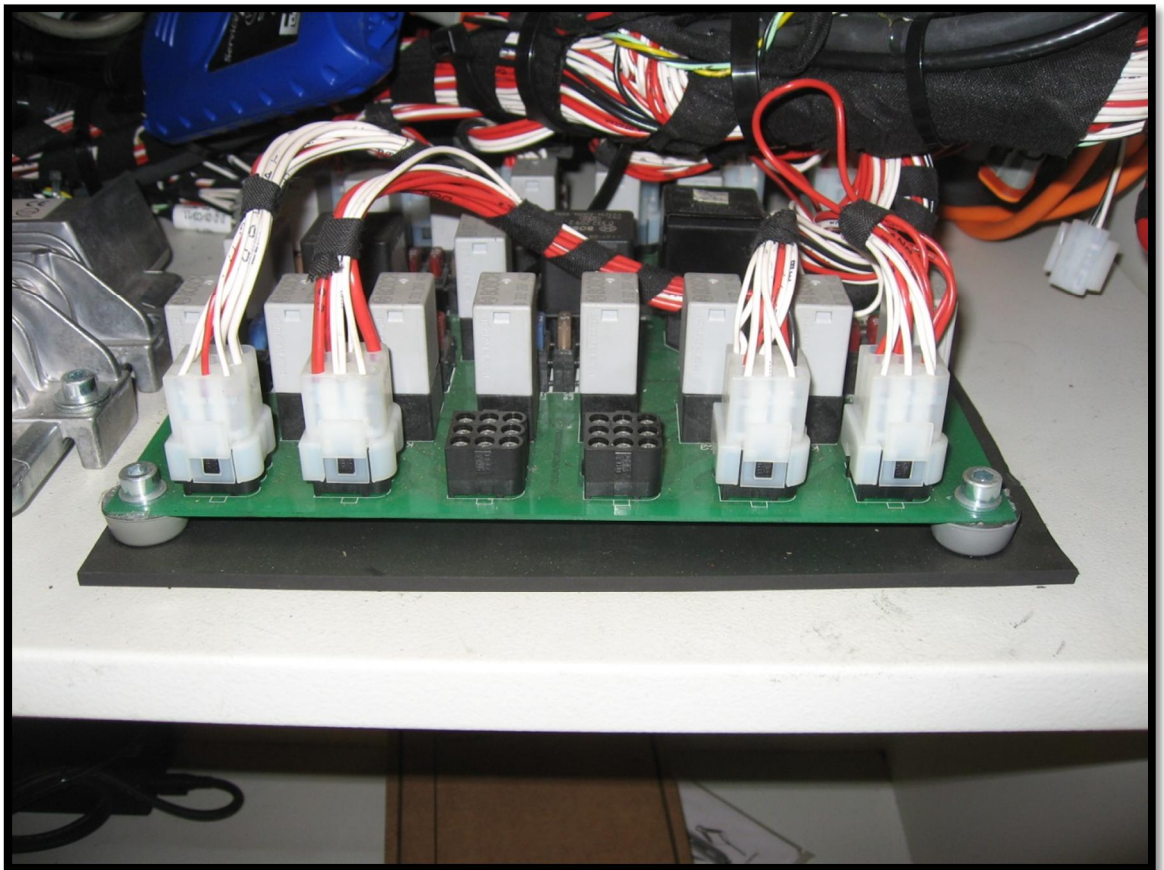
Metsäkoneen automaatiojärjestelmä ei erota näin tilannetta, että onko koneeseen kytketty EOL-testeri vai koneeseen kuuluva ohjaamo. Sähköjen asennuksessa on myös erittäin tärkeää huomioida työturvallisuus, vaikka koneessa oleva jännite on ainoastaan 24 voltia, niin päävirtakaapeleissa kulkee suuria virtoja ja esimerkiksi tällaisen kaapelin vaurioituessa tai väärinkytkenästä voi seurata vakaviakin tapaturmia. On tärkeää, että kaikki johdinsarjat ja kaapelit on kiinnitetty asianmukaisesti ja ne eivät saa päästä heilumaan ja sitä kautta hankautumaan rikki. Seuraavassa kuvassa on esitetty ensimmäisiä ohjaamon johdosarjojen asennuksia EOL-testeriin.



Kuva 9. Ohjaamon pääjohtosarjan asennus. (Kuva: Jani Varis.)

6.4.1 Piirilevyn asennus

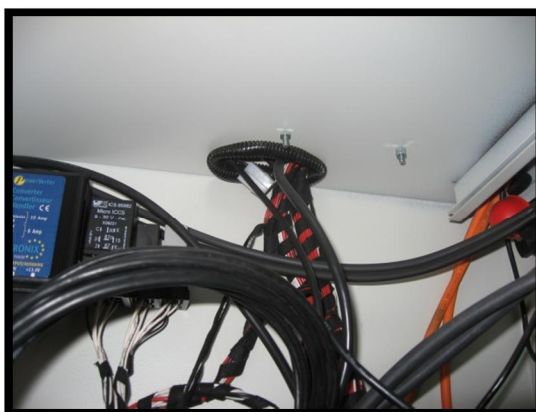
Kiinnitin piirilevyn ruuveilla kumitassujen varaan. Piirilevyn ja pöydän hyllytason väliin asennettiin lisäksi kumimatto ehkäisemään oikosulkuutilannetta, jonka aiheuttaisi piirilevyn päälle tuleva yllättävä kuorma. Seuraavassa kuvassa näkyy kumimatto piirilevyn alla ja piirilevyn asennus EOL-testipöytään. Lisäksi seuraavissa kuvissa on havainnollistettu johtosarjojen läpivientien kiinnitys, johtosarjojen sidonta ja johtojen läpiviennit EOL-testipöydän eri kerrosten välillä.



Kuva 10. Piirilevyn asennus. (Kuva: Jani Varis.)



Kuva 11. Liitinten ja johtosarjojen läpiviennit. (Kuva: Jani Varis.)



Kuva 12. Läpivienti. (Kuva: Jani Varis.) Kuva 13. Läpivienti. (Kuva: Jani Varis.)

6.4.2 Sähköjen läpiviennit

Sähköliityntöjen rajapintojen läpiviennit toteutin poraamalla kaapin oikeanpuoleiseen seinään sopivan kokoiset reiät ja kiinnittämällä läpiviennit kaapin runkoon ruuveilla. Lisäksi yhden läpiviennin ruuvia käytettiin johtosarjan sidontapis-

teen kiinnittämiseen. CAN-väylän läpivienttiin käytettiin sopivaa läpivientikumia kaapelin suojaamiseksi. Kaikki läpiviennit suojattiin joko reunanauhalla tai läpivientikumeilla.

6.4.3 Liitynnät peruskoneeseen

Alla olevassa kuvassa näkyvät testerin rajapinnat, kun liityttään peruskoneeseen. Liitynnät sisältävät tehonsyötön (+), maadoituksen (-), moninapaliittimen X21 ja CAN-väylän liittimet. Liitynnät peruskoneeseen merkattiin selvästi ja liitynnöille jätettiin tarpeeksi välimatkaa toisiinsa nähden.



Kuva 14. Liitynnät peruskoneeseen. (Kuva: Jani Varis.)

6.5 Käsipaneelien asennus ja muokkaus testerille sopivaksi

Päätin asentaa EOL-testeriin myös metsäkoneessa käytettävät käsipaneelit, koska halusin EOL-testerin sähköjärjestelmästä mahdollisimman paljon oikeaa

metsäkoneen ohjaamoja vastaavat. Käsipaneeleilla ei varsinaisesti tehdä testauksen aikana mitään, mutta testerin kehittämistä ja muokkaamista ajatellen ne ovat hyvä olla kytkettyinä. Metsäkoneessa käsipaneeleja käytetään koneen kuormaimen ja muiden toimintojen hallintaan. Aloitin käsipaneelien asennuksen sovittamalla käsipaneelit oikeille paikoilleen ja miettimällä niille kiinnityksen, jonka halusin tehdä käsipaneelien omista kiinnitysmekanismeista mahdollisimman vähällä muokkauksella. Asennus onnistui lopulta hyvin pelkästään käsipaneelien akseleita lyhentämällä ja näin omat mekanismit voitiin jättää melkein kokonaisuudessaan käyttöön. Tämä helpottaa jatkossa testerin päivittämistä ja huoltoa, myös käsipaneelin rikkoontuessa se on helppo vaihtaa ilman osien muokkaamista uudelleen.

6.6 Kannettavan tietokoneen asennus

Sijoitin kannettavan tietokoneen testeriakaapin yläosaan keskeiselle paikalle, koska se on testauksessa ja ohjelmien latauksessa keskeisessä asemassa. Kannettavan tietokoneen laturi saa sähkönsä suljetulta lyijyakulta. Laturin ja akun välissä on sulake joka toimii, jos laturissa esiintyy toimintahäiriö. Tietokoneelle asennettiin erilaisia ohjelmistoja, joita oli käytössä jo muissa John Deeren yksiköissä.

6.7 HPC/FPC-asennus ja jaettu kovalevy

Asensin HPC/FPC:n EOL testauspöydän vasempaan kulmaan ja sitä käytetään pienellä näppäimistö/hiiri-käyttöpaneelilla. Tämä tietokone sisältää John Deere-metsäkoneissa käytettävän TimberMatic-ohjelmiston, joka toimii samalla koneen käyttöliittymänä. TimberMaticin oma edistynyt diagnostiikka huolehtii peruskoneen automaatio- ja sähköjärjestelmän kokonaisvaltaisesta testauksesta. Jaoin tietokoneen kovalevyn kahteen osioon linjalta toiselle siirtymistä helpottamaan. Linjalta toiselle siirryttäessä tarvitsee testaajan ainoastaan käynnistää HPC/FPC uudelleen ja valita, testaako hän kuormakonetta vai harvesteria.

6.8 PEAK PCANDIAG2-testerin asennus

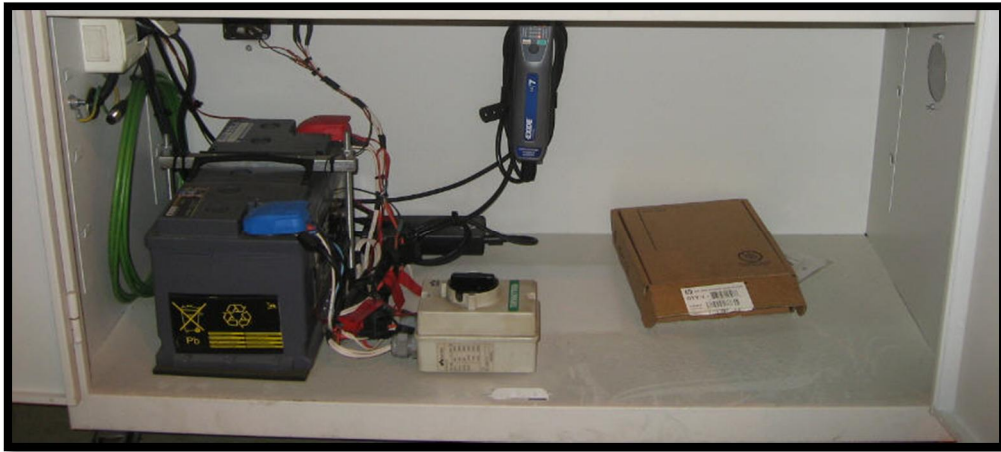
Sijoitin PEAK PCAN2-testerin kannettavan tietokoneen viereen vapaaseen paikkaan. CAN-testeri on irrotettavissa EOL testeristä, koska sitä voidaan käyttää myös muissa testauksissa jos tarve vaatii. CAN-testeri toimii akkuparistoilla ja nämä paristot saavat virtansa EOL-testerin akusta. CAN-testerin ja EOL-testerin akun väliin asensin sulakkeen mahdollisten oikosulkujen tai ylikuormituksen varalta. CAN-testerin ja kannettavan tietokoneen välillä on USB-kaapeli. Näin ollen kaikki CAN-testauksen tulokset voidaan tallettaa kannettavan tietokoneen muistiin.

6.9 CAN-rajapinnan asennus EOL-ohjelmointia varten

Moottorihjelman lataukseen ja MTG-moduulin rekisteröintiä varten EOL-testeriin asennettiin CAN-rajapinta, joka on John Deeren oma Service Advisor, EDL Electronic data link. Tämän rajapinnan ja EOL-ohjelman avulla koneen moottorihjelma ja MTG:n rekisteröinti onnistuvat ongelmitta. EDL:ä voidaan käyttää myös Service Advisor-ohjelman kanssa moottorin tarkempaan diagnosointiin. Service Advisoria ei tässä tapauksessa asennettu kannettavalle tietokoneelle, koska en nähnyt sen tuovan lisäarvoa EOL-testauksessa. Jos tällaiselle testaukselle tulee myöhemmin tarvetta, niin asennetaan Service Advisor kannettavalle tietokoneelle ja moottorin diagnosointi onnistuu EDL-rajapinnan kautta.

6.10 Toimilaitteiden sähköjen asennus ja kaapin ilmanvaihto

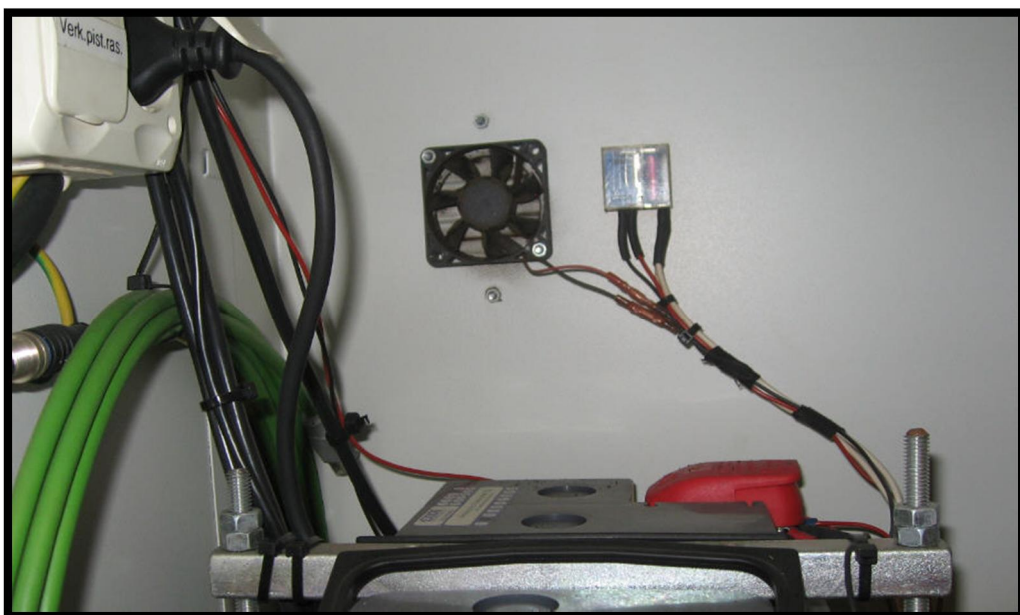
Testerissä sähköt ovat jaettu kahteen osaan. Yläosassa ovat metsäkoneeseen liittyvät sähköt ja alapuolella testerin toimintaan vaikuttavat sähköt. Toimilaitteiden sähköihin kuuluvat Johtokela, suljettu lyijyakku, ylläpitolaturi, kaapin tuuletin ja turvakytkimen takana olevat toimilaitteiden virransyötöt sulakkeineen. Akku on kiinnitetty testerikaappiin tukevasti samoja kiinnitystarvikkeita käyttäen, joita käytetään myös metsäkoneissa. Asensin akun alle kumilevyn vaimentamaan tärinöitä ja tuomaan tukevuutta akun paikallaan pysymiseen. Alla olevassa kuvassa on esitetty akun, päävirtakytkimen ja toimilaitteiden sähköjen asennukset.



Kuva 15. Testerin toimilaitteiden sähköt. (Kuva: Jani Varis.)

Testerin sisään tuodaan verkkovirtaa kahteen pistorasiaan johtokelan kautta. Pistorasioiden asennuksen ja maadoituksen suoritti John Deeren sähköasentaja Joensuussa.

Lisäksi asensin EOL-testerin kaappiin tuulettimen ja kaksi tuuletusritilää, jotta akkua varattaessa mahdollinen ylimääräinen lämpö poistuu kaapista hallitusti. Tuuletusritilöihin asensin suodattimet mahdollisen pölyn ja epäpuhtauksien varalta. Tuuletin toimii silloin, kun testerin päävirtakytkin on nolla-asennossa. Alla olevassa kuvassa on näytetty tuulettimen paikka ja sitä ohjaavan releen asennus.



Kuva16. Tuuletin. (Kuva: Jani Varis.)

7 Testaussuunnitelma ja koekäyttö

7.1 Testaussuunnitelma

Harvestereista ja kuormakoneista on tarkoitus testata automaatio- ja sähköjärjestelmän toiminta ennen ohjaamon asennusta. Ensimmäisenä EOL-testauslaite kytketään kiinni peruskoneeseen aiemmin kuvatuilla liittymillä. Tämän jälkeen koneeseen kytketään akun miinusnapa paikalleen, sitten kytketään päälle virtakytkimiä yksi kerrallaan. Ensimmäisessä vaiheessa tarkastetaan, että kaikki moduuliohjelmat latautuvat häiriöttömästi oikeille moduuleille. Moduuliohjelmien latauksen jälkeen voidaan tarkastaa ensimmäistä kertaa koneen automaatiojärjestelmän toimivuus.

Seuraavaksi katsotaan CAN-väylän tila. Tämä tapahtuu PEAK PCANDIAG2 laitteella. CAN-Väylän kunnon tarkastamisen jälkeen EOL-testeri irroitetaan peruskoneesta ja ohjaamo voidaan asentaa paikalleen. Kun ohjaamo on saatu asennettua, niin moottoriohjelman lataus voidaan aloittaa. Tämän jälkeen MTG moduuli rekisteröidään Deeren tietojärjestelmään. Näiden vaiheiden jälkeen testaus ja ohjelmien asennus on valmis ja kone voidaan siirtää seuraavaan työasemaan. Ohjaamon ja moottorin testaus suljettiin pois testaussuunnitelmasta jo alkuvaiheessa, koska ohjaamo on testattu jo ohjaamovalmistajan toimesta ja moottori on testattu moottoritehtaalla.

7.2 Testerin koekäyttö

EOL-testilaitteen valmistuttua sille suoritettiin koekäyttö harvesterissa sekä kuormakoneessa. Koekäytössä ei tullut esille mitään vakavia puutteita tai väärinkytentöjä. Ainoa esille tullut asia liittyi EDL-rajapinnan sähkönsyöttöön. Tämä korjattiin ja testeri koekäytettiin uudelleen, jolloin se toimi niin kuin olin suunnitellut.

8 Työohjeet ja testerin käyttö

8.1 Työohjeet

EOL-testauksen ja ohjelmoinnin suorittamiseksi laadin yksityiskohtaiset työohjeet. EOL-testaus etenee työohjeiden mukaisessa järjestyksessä ja tarvittaessa tukea antaa tehtaan automaatioasentaja. Työohjeet sijaitsevat EOL-testerikaapissa, josta ne ovat helposti saatavilla testauksen suorittajalle. Työohjeet löytyvät myös John Deeren tuotannonohjausjärjestelmästä JMES:tä, jossa ne ovat sähköisessä muodossa ja helposti päivitettävissä muutoksen tullessa voimaan. Työohjeet toimivat samalla myös EOL-testerin käyttöoppaana sellaisille henkilöille, joille varsinaista yleistä koulutusta ei ole annettu.

8.2 Koulutukset

Kaikki testeriä käyttävät asentajat koulutettiin tunnin mittaisessa koulutuksessa. Koulutuksessa käytiin teoriassa läpi testauksen kulku ja katsottiin läpi työohjeiden mukainen testausjärjestys. Testauksen yhteydessä käsitellään myös sähköjohtoja, joten työturvallisuuseikat käytiin myös läpi.

8.3 CAN-väylän testaus

Valitsin CAN-testaamiseen käytettäväksi laitteeksi PEAK PCAN DIAG2 sen yksinkertaisuuden, toimintavarmuuden ja kohtuullisen hinnan vuoksi. Testaus tapahtuu CAN-väylää pitkin, joka on kytketty EOL-pöydästä peruskoneen CAN-väylään. CAN-testaamiseen on laadittu työohje testerin käyttäjää varten. CAN-testeristä tallennetaan kuvakaappauksia tietokoneelle seurantaan varten.

8.4 Peruskoneen kontrollereiden ohjelmointi

Moduuliohjelmien lataus tapahtuu TimberMatic ohjelmalla EOL-testerissä olevalla HPC/FPC:llä. Kun testeri on saatu kytkettyä peruskoneeseen ja koneen virrat on kytketty päälle, voidaan moduulien lataus aloittaa. Tähän on tehty myös työohje, jonka mukaan asentajat tekevät ohjelmoinnin.

8.5 Sähköjärjestelmän testaus

Sähköjärjestelmän testaus tapahtuu TimberMatic-ohjelmalla. Testausta suorittava henkilö tarkastaa TimberMatic-käyttöliittymästä koneen antamat hälytykset. Näiden perusteella hän voi todeta mahdolliset viat koneen sähköjärjestelmässä. Vikojen toteamisen jälkeen testausta suorittava henkilö arvioi, onko vika sellainen, jonka hän pystyy itse korjaamaan, vai onko vika tyypiltään sellainen, joka vaatii paikalle automaatioasentajan tai automaatioinsinöörin.

8.6 ECU:n EOL-ohjelmointi ja MTG-rekisteröinti

Varsinainen EOL-ohjelmointi tapahtuu ohjaamon asennuksen jälkeen koneen CAN-väylää pitkin EDL CAN-rajapintaa käyttäen. EOL-ohjelmoinnissa käytetään John Deeren omaa EOL-ohjelmaa, joka lataa koneen moottoriohjelman ja suorittaa MTG-moduulin rekisteröinnin tietokantaan. Asentajan tarvitsee käynnistää EOL-ohjelma, ja lukea voimalaitteen kyljessä olevasta tyyppikilvestä moottorin sarjanumero langattomalla viivakoodinlukijalla, jonka jälkeen EOL-ohjelmointi käynnistyy Enter-näppäintä painamalla. Asentaja valitsee ohjelmasta koneentilauksen mukaiset optiot ja suorittaa ohjelmoinnin loppuun. Tämän vaiheen jälkeen kone on valmis ensikäynnistyspistettä varten.

9 Testauksen lopputulos

EOL-testauksen ja ohjelmoinnin jälkeen voidaan todeta koneen olevan kunnossa automaatio- ja sähköjärjestelmän osalta. Tämä parantaa huomattavasti työturvallisuutta ja pienentää tuotantolinjoilla esiintyvää haitta-aikaa ongelmatilanteissa. Linja ei pääse pysähtymään yhteen työpisteeseen, vaan kaikki sähkö- ja automaatio-ongelmat voidaan korjata linjan liikkeessa. Tämä on osoittautunut myös käytännössä toimivaksi ratkaisuksi.

10 Testerin ylläpito ja huolto

EOL-testeriä ylläpitää Joensuun tehtaan automaatioasentaja, joka huolehtii siitä, että testerissä on aina viimeisimmät ohjelmaversiot ja siitä, että testerit toimii moitteettomasti. TimberMatic-ohjelmistosta julkaistaan kaksi uutta versiota vuodessa ja automaatioasentaja päivittää viimeisimmän version HPC:lle. EOL-ohjelmointiin käytettävä ohjelmisto päivittyy väliajoin ja myös tämä asennetaan testerissä olevalle tietokoneelle.

11 Rajaukset

Työstä jouduttiin rajaamaan pois antureiden testaus LABVIEW-ohjelmalla, koska aikataulu meni tiukaksi loppua kohden. LABVIEW-ohjelmiston kehitys oli tarkoitus teettää John Deere Forestry Tampereen tuotekehitysyksikössä Advanced R&D-osastolla yhden ohjelmoijan toimesta. Mutta se olisi vienyt huomattavan osan käytettävillä olevasta ajasta. Lisäksi en nähnyt antureiden testauksen pois rajaamisen aiheuttavan kovinkaan suurta riskiä tuotantolinjan liikettä ajatellen. Sekä peruskoneen että moottorin antureissa olevat oikosulku- ja yhteysviat kuitenkin havaitaan TimberMatic-ohjelman kautta. Havaitsematta jäävät viat, joissa anturit näyttävät väärää arvoa taikka eivät toimi halutulla tavalla. Moottorin ja ohjaamon testaus tapahtuu toimittajien tiloissa, joten näitä kokonaisuuksia ei nähty tarpeelliseksi testata enää erikseen Joensuussa.

12 Työn tulokset

Työn tuloksena syntyi lopputuotteeksi kattava EOL-testaus- ja ohjelmointilaite John Deere Forestry Oy:lle. Laite otettiin käyttöön vuoden 2013 alussa ja siihen ei ole tarvinnut tehdä mitään muutoksia käyttöönoton jälkeen. EOL-testeriä on käytetty nyt noin vuosi. Varsinaisia vikoja EOL-testerissä ei ole esiintynyt paitsi PEAK CANDIAG2-testilaitteessa rikkoontunut USB-portti. EOL-testaus suoritetaan tällä hetkellä pelkästään harvestereissa, mutta vuoden 2014 alussa testausta laajennetaan myös kuormakoneisiin. Tämän ei pitäisi aiheuttaa ongelmia,

koska testerä on koekäytetty myös kuormakoneissa ja toiminta todettu moitteettomaksi.

Varsinaisista vikadiagnostiikan tuloksista harvestereista ei ole dataa, mutta voidaan todeta, että laite on antanut linjalle joustavuutta ja vähentänyt vikojen aiheuttaman haitta-ajan vaikutusta tuotantolinjan liikkeeseen. Lisäksi voidaan todeta, että testauksen luotettavuus on miltei 100 %. Koneista ei ole löytynyt ensikäynnistyspisteessä enää automaatio- tai sähkövikoja, jotka olisivat jääneet testeriltä huomaamatta.

13 Pohdinta ja jatkokehitysideat

Työn tarkoituksena oli tutkia mahdollisuuksia sähköiseen testaukseen ja ohjelmointiin metsäkoneissa tuotantolinjan loppukokoonpanossa. Vaihtoehtoja testaukseen oli todella paljon ja näiden vaihtoehtojen kartoitus ja rajaaminen oli työlästä. Löysin tähän kuitenkin riittävästi aikaa ja tutkimustulokset olivat mielestäni hyviä.

Teorian pohjalta selvisi, että metsäkoneiden oma diagnostiikka on nykypäivänä jo niin hyvällä tasolla, että tämän teknologian hyödyntäminen tässä työssä oli erittäin järkevää ja kustannustehokasta. Onnistuin mielestäni toteuttamaan suunnitelmat erittäin hyvin ja pysyin annetussa aikataulussa.

Työn aihe ja itse laitteen rakentaminen olivat lähellä omaa osaamistani, koska taustani on vahvasti automaatiopainotteinen, aiheen valinta oli siis hyvin luonteva minulle. Insinööriopinnoista oli konkreettisesti hyötyä työtä tehdessä ja materiaalia etsiessä.

Opinnäytetyöprosessi oli kokonaisuudessaan hyvin pitkä, ja se alkoi jo syksyllä 2011. Työskentely ei tosin ollut koko ajan aktiivista, mutta tavoite pysyi mielessä koko projektin ajan. Projektin pitkä aikataulu mahdollisti myös muutosten tekemisen matkan varrella. EOL-testeristä tuli näin ollen valmiimpi ja luotettavampi päivittäiseen käyttöön.

EOL-testeri otettiin käyttöön John Deeren Joensuun tehtaalla 2013 vuoden alussa. EOL-testerillä on suoritettu testausta ja ohjelmointia päivittäin ja EOL-testeri on toiminut moitteettomasti. Näin ollen työn tulokset ovat nähtävillä päivittäisessä tekemisessä Joensuun tehtaalla.

Projekti onnistui hyvin ja olen erittäin tyytyväinen työn tuloksiin. Parannettavaa löytyy toki aina, mutta en tekisi montakaan asiaa toisin. Aikataulutusta oli oikeastaan ainoa suuri haaste, koska laitteen rakentaminen tapahtui työn ohessa, eikä sille ollut varattu erillistä aikaa. Myös työnkuvan vaihtuminen meinasi aiheuttaa aikataulullisia paineita loppuvaiheessa. Laite kuitenkin valmistui oletetussa aikataulussa ja olen erittäin tyytyväinen sen toimintaan. Työ kokonaisuudessaan oli hyvin opettavainen ja toi erilaisia näkökulmia projektityöskentelyyn ja erilaisiin tiedonhankinta menetelmiin. Uskon näistä kokemuksista olevan hyötyä myös tulevaisuudessa työtehtävissäni.

Jatkokehitysideoina mainittakoon, että tekniikka kehittyy koko ajan ja asettaa uusia haasteita sähköiseen testaukseen. Sähköistä testausta tullaan tarvitsemaan tulevaisuudessa entistä enemmän, joten työtä sillä saralla riittää. Työstä jouduttiin rajaamaan pois antureiden tarkastus, automaattiset testisekvenssit ja testausraporttien luonti ja tallennus. Myös moottorin diagnostiikkaa voisi lisätä jo käytössä olevaan EOL-testeriin.

Lähteet

CAN in Automation. 2013. CAN-väylän historia.

<http://www.can-cia.org/index.php?id=systemdesign-can-history>
25.4.2013.

Hietikko, Alanen & Tiusanen 1996. Työkoneiden ja automaation

CAN-väyläsovellusten turvallisuus.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/1996/T1745.pdf> 25.3.2013.

IXXAT. 2013. CANcheck.

http://www.ixxat.com/cancheck_en.html 10.4.2013.

John Deere. 2013a. John Deere sisäinen yritysesittely.

http://www.deere.fi/wps/dcom/fi_FI/our_company/our_company.page
16.5.2013.

John Deere. 2013b. John Deere harvesterit.

http://www.deere.fi/wps/dcom/fi_FI/products/equipment/wheeled_harvesters/wheeled_harvesters.page 16.5.2013.

John Deere. 2013c. John Deere 1470.

http://www.deere.fi/wps/dcom/fi_FI/products/equipment/wheeled_harvesters/1470e_it4/1470e_it4.page 16.6.2013.

John Deere. 2013d. John Deere kuormakoneet.

http://www.deere.fi/wps/dcom/fi_FI/products/equipment/forwarders/forwarders.page 16.5.2013.

John Deere. 2013e. John Deere 1510.

http://www.deere.fi/wps/dcom/fi_FI/products/equipment/forwarders/1510e/1510e.page 16.5.2013.

John Deere. 2013f. TimberMatic työnäyttö.

http://www.deere.fi/wps/dcom/fi_FI/products/equipment/measuring_and_control_systems/timbermatic_h09/timbermatic_h09.page
21.6.2013.

John Deere . 2013g. John Deere Harvesterin käyttöohjekirja.

http://dlrdoc.deere.com/ag/r2/jd4f/Service/Technical_Information/Harv/eOI_Harv/1270E_1470E_OI/Language_index/index.html
8.10.2013.

John Deere. 2013h. TimberOffice markkinointi materiaali.

http://www.deere.fi/wps/dcom/fi_FI/products/equipment/automation/timberoffice/timberoffice.page 19.11.2013.

PEAK. 2013. PCAN-Diag 2.

<http://www.peak-system.com/PCAN-Diag-2.231.0.html?&L=1>
10.4.2013.