

Kauko Niskanen

Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä

Opinnäytetyö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikka ja liikenne
Ylempi AMK: Teknologiaosaamisen johtaminen
Kevät 2007



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

OPINNÄYTETYÖ TIIVISTELMÄ

Koulutusala Tekniikka	Koulutusohjelma Ylempi AMK: Teknologiaosaamisen johtaminen
Tekijä(t) Kauko Niskanen	
Työn nimi Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot	Ohjaaja(t) Eero Pikkarainen, Pekka Nokso-Koivisto, Raimo Mustonen
	Toimeksiantaja Metsäkoneasentajan älykäs ja virtuaalinen oppimisympäristö
Aika 18.06.2007	Sivumäärä ja liitteet 62+ 19
<p>Toimintatutkimus kohdistui metsäkoneasentajan mallikäyttäytymiseen ja hänelle työssään syntyneen hiljaisen tiedon käyttöön vianetsinnässä. Metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen ja hiljaisen tiedon tutkiminen on vielä varsin uusi tutkimusalue. Hiljainen tieto tarkoittaa sisäistettyä kokemuksen myötä karttunutta osaamista, jota on vaikea kertoa toiselle tai pelkistää kaavioksi ja erilaisiksi metsäkoneasentajan toimintamalleiksi käytännön vianetsinnässä. Hiljainen tieto on osa metsäkoneasentajan mallikäyttäytymistä.</p> <p>Metsäkoneasentajan mallikäyttäytymisessä vianhaussa nousee tärkeäksi tilannesidonnaisen, ennakoivan, suunnitelmallisen ja kokonaisvaltaisen osaamisen merkitys. Kokenut metsäkoneasentaja osaa nähdä metsäkoneessa olennaiset vian vaikutukset, kartoittaa vikamahdollisuudet, rajata ja paikallistaa viat priorisoimalla ne, korjata vian sekä kokeilla koneen toimivan oikealla tavalla. Metsäkoneasentajien välillä on merkittäviä eroja vianhakuprosessin eri vaiheissa. Oikeat metsäkoneasentajan toimintamallit ovat sidoksissa vianhaun tilanteisiin, toimintaan ja merkitykseen.</p> <p>Tutkimusaineisto kerättiin XXX Suomen sopimushuoltamoiden metsäkoneasentajilta. Tutkimus suoritettiin haastatteleamalla suullisesti kolmea metsäkoneasentajaa käytännön metsäkoneen huoltotilanteessa. Lisäksi viidelletoista metsäkoneasentajalle suoritettiin sama kyselytutkimus Webropol - ohjelman avulla Internetin kautta. Haastattelukysymyksillä haettiin kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytymistä vianetsinnässä.</p> <p>Tutkimustulosten perusteella saatiin metsäkoneasentajan mallikäyttäytymisen malleja. Tulokset toivat esiin miten kokenut metsäkoneasentaja havaitsee oireet, paikallistaa ja rajaa vikamahdollisuudet, suorittaa korjauksen ja toteaa koneen oikean toimintatavan.</p> <p>Tutkimustuloksia sovelletaan Metsäkoneasentajan älykkääseen ja virtuaaliseen oppimisympäristöön. Kokeneen metsäkoneasentajan toimintamallit auttavat metsäkoneasentajaopiskelijaa etenemään vianhaun oppimisprosessissa. Lisäksi tutkimustuloksia voidaan soveltaa muihin opettamis- ja ohjaustilanteisiin sekä käytännön metsäkoneasentajan toimintaan.</p>	
Kieli	suomi
Asiasanat	metsäkoneasentaja, vianetsintä, toimintamallit, simulaatio, hiljainen tieto
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun Kaktus-tietokanta <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School Technique, engineering	Degree Programme Higher AMK : Technology know-how management
Author(s) Kauko Niskanen	
Title Experienced forest machine mechanics model behaviour in fault detection	
Optional Professional Studies	Instructor(s) Eero Pikkarainen, Pekka Nokso-Koivisto, Raimo Mustonen
	Commissioned by Virtual and intelligent learning environment for forest machine mechanic
Date 18.06.2007	Total Number of Pages and Appendices 62 + 19
<p>The activity analysis was focussed on forest machine mechanic's model behaviour in fault detection and the use of the quiet information which he has acquired in his work in troubleshooting. The study of forest machine mechanic's model behaviour and quiet information is yet quite a new area of research. Quiet information means incorporated expertise which has accumulate together with experience and which is difficult to be explained to another person or to be reduced into a scheme or different operation models of practical troubleshooting for a forest machine mechanic. Quiet information is a part of forest machine mechanic's model behaviour.</p> <p>The significance of situation-bound, foreseeing, systematic and comprehensive know-how grows important in a forest machine mechanic's model behaviour in troubleshooting. An experienced forest machine mechanic can see the crucial effects of the fault in a forest machine, analyze the potential fault possibilities, outline and locate the faults prioritising them, restore the fault and examine that the machine works correctly. There are significant differences between the forest machine mechanics at the separate stages of the fault detection process. The right operation models of the forest machine mechanic are associated with the situations, operation and significance of troubleshooting.</p> <p>The research material was collected from forest machine mechanics of XXX's contract garages in Finland. The study was performed by interviewing three forest machine mechanics in a practical forest machine service situation. Furthermore, the same interview was performed to fifteen forest machine mechanics with the help of the Webropol program through the Internet. The interview questions aimed to search the model behaviour of an experienced forest machine mechanic in fault detection.</p> <p>On the basis of the research results, models of forest machine mechanic's model behaviour were obtained. The results expounded how an experienced forest machine mechanic observes the symptoms of the fault, locates and outlines the fault potentials, performs the repair and controls the correct action of the machine.</p> <p>The research results will be adapted to an intelligent and virtual learning environment of the forest machine mechanic. The operation models of an experienced forest machine mechanic will help the forest machine mechanic student to proceed in the learning process of the troubleshooting. Furthermore, the research results can be adapted to teaching and control situations and to the practical forest machine mechanic's operation.</p>	
Language of Thesis	finnish
Keywords	forest machine mechanic, fault detection, operation models, simulation, quiet information
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Kaktus Database at Kajaani University of Applied Sciences <input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

ESIPUHE

Työyhteisöni on Koillis-Pohjanmaan ammatillisen koulutuksen kuntayhtymän Taivalkosken metsäoppilaitos, jossa olen työskennellyt 25 vuotta. Toimia lehtorina ja samalla olen valtakunnallisen metsäkoneopetuksen virtuaalikoulukoordinaattori. Työssäni opetan metsäkonetekniikkaa, metsäkoneen rakennetta, erityisesti hydraulikkaa, yritystaloutta ja kustannuslaskentaa. Viime vuosina tieto- ja viestintätekniikan sekä verkon kautta tapahtuva opetus sekä erilaisen opetusmenetelmien kokeilu ja käyttöönotto ovat olleet työni keskeisiä painopistealueita.

Olen saanut olla mukana Metsäkoneasentajan älykäs ja virtuaalinen oppimisympäristö, MetViro – hankkeessa yhtenä asiantuntijajäsenenä.

Tässä opinnäytetyössäni selvitin metsäkoneasentajan mallikäyttäytymistä vianetsinnässä ja hänelle syntynyttä hiljaista tietoa. Kyseistä tietoa keräsin haastatteleamalla metsäkoneasentajia. Tutkimus oli kvalitatiivinen toimintatutkimus, joka suoritettiin Webropol-ohjelmalla. Saatujen haastatteluiden perusteella tuloksia sovelletaan MetViro – oppimisympäristön tutuointijärjestelmässä, opiskelijan oppimisprosessin tukena.

Tämä opinnäytetyö oli haastava luonteeltaan. Perinteinen insinöörityö tekniikkaan liittyen olisi ollut huomattavasti helpompi. Minulla on hydraulikkaan liittyviä mittausdataa noin 20 milj. kappaletta, liittyen hydraulikan paineisiin, tilavuusvirtaan ja lämpötiloihin, jota en ole vielä analysoinut ja käyttänyt missään yhteydessä. Siitä dbf-aineistosta olisi ollut helppoa ja mukavaa vetää graafista aineistoa. Mutta miksi tällöinen ei perinteinen insinöörimäinen lähestymistapa? Olen ollut yli 25 vuotta opettajana ja se tuo asioihin toisenlaista lähestymistapaa kuin tekninen, insinöörimäinen tapa. Toivottavasti tämä haastavampi opinnäytetyö tuo uusia ajatuksia itselle ja kehityn samalla niin ihmisenä kuin opettajana sekä myös kehittää MetViro –oppimisympäristöä.

Kauniit kiitokset suon opinnäytetyön ohjaajille, yliopettajille Eero Pikkaraiselle (Kajaanin AMK) ja Pekka Nokso-Koivistolle (Keski-Pohjanmaan AMK) hyvästä ja keskusteleavasta opinnäytetyön ohjauksesta ja tarkastuksesta, arvioinnista sekä sen hyväksymisestä.

Lämpimät kiitokset opinnäytetyön opponoinnista Pekka Juntuselle. Haluan kiittää työyhteisöni kielten opettajaa Toivo Miettistä opinnäytetyön lukemisesta ja abstract – osion kieliasun tarkastuksesta.

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ESIPUHE

SISÄLLYS

1 KÄSITTEET	1
2 JOHDANTO	1
2.1 Opinnäytetyön tavoite	2
2.2 Tutkimusongelman taustaa	2
2.3 Kehittämistehtävän raja	4
3 METSÄKONEASENTAJAN ÄLYKÄS JA VIRTUAALINEN OPPIMISYMPÄRISTÖ (METVIRO)	5
3.1 MetViro - hankkeen tarkoitus	5
3.2 MetViro - hankkeen kuvaus	5
4 OPPIMINEN SIMULOINNIN JA VISUALISOINNIN AVULLA (TEOREETTINEN VIITEKEHYS)	7
4.1 Koulutus, opetus, opiskelu ja oppiminen (pedagoginen viitekehys)	7
4.2 Virtuaalinen oppimisympäristö	11
4.3 Simulaation määrittelystä on useita tulkintoja, alla muutamia määrittelyjä	13
4.4 Metsäkoneasentajaopetuksen tarpeista	14
4.5 Metsäkoneasentajan hydraulikan opetus	14
4.5.1 Hydraulikan perusteita	14
4.5.2 Hydraulikan opetus ja simulointi	15
4.5.3 MetViro – hydraulikkajärjestelmän kuvaus	15
4.5.4 Hydraulikan vianetsinnän opettaminen	17
4.6 Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen ja hiljainen tieto	18
4.6.1 Hiljaisen tiedon käsitteen taustaa	18
4.6.2 Hiljainen tieto metsäkoneasentajan työssä	20
4.7 Kokeneen metsäkoneasentajan hiljaisen tiedon muodostuminen	21

5 TUTKIMUSMENETELMÄ	24
5.1 Tutkimusongelma	24
5.2 Tutkimusmenetelmä	24
5.2.1 Kvalitatiivinen toimintatutkimus	25
5.2.2 Tutkimukseen osallistujat	25
6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	26
6.1 Toimintatutkimuksen tekeminen haastatteluna	26
6.2 Toimintatutkimuksen tekeminen kyselynä Internetin kautta	26
7 TUTKIMUSTULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	28
7.1 Haastateltavien taustatiedot (Kysymykset 2 -8)	28
7.2 Mitkä viat esiintyvät useasti, millaisia vikoja (Kysymykset 9 - 16)	33
7.3 Muutamien vikojen rajaaminen, paikallistaminen ja niiden korjausehdotuksia (Kysymykset 17 - 18)	38
7.4 Vianrajauksen eteneminen (Kysymykset 19 - 22)	40
7.5 Vianetsinnän eteneminen hydraulikkakomponenteilla (Kysymykset 23 –27)	44
7.6 Sanalliset vastaukset kysymyksiin vianetsinnästä (Kysymykset 28 –33)	50
7.7 Vastauksia tutkimuksen ja kysymysten asiallisuuteen (Kysymykset 34 –37)	54
8 TUTKIMUSTULOSTEN SOVELTAMINEN METVIRO - OPPIMISYMPÄRISTÖÖN	57
9 JATKOTOIMENPITEET: TUTKIMUKSEN LAAJENTAMINEN	58
10 YHTEENVETO	59
11 KIRJALLISUUSLÄHTEET	60
12 LIITTEET	1

1 KÄSITTEET

Häiriö:

Häiriö on järjestelmän oletetun ja todellisen toiminnan välillä havaittu oleva ero, jonka aiheuttaa vika/viat. Esimerkiksi väärä paine jossain järjestelmän osassa on häiriö. Katso oire ja vika.

Komponentti:

Hydrauliikkajärjestelmän yksittäinen osa, pumppu, jokin venttiili, säädin, toimilaite tai letku.

Konteksti:

Konteksti määrittelee ja rajaa tarkoituksenmukaisen ympäristön(t), opetustavan, opiskelumenetelmät jne. opiskeluympäristössä.

Metsäkoneasentajan älykäs ja virtuaalinen oppimisympäristö (MetViro):

Oppimisympäristö perustuu hydrauliseen reaaliaikasmulointiin ja asiaan liittyviin sekä virtuaalisiin että käsitteellisiin malleihin.

Multimodaalisuus

Aistijärjestelmän tuottama syötekokemus, kuten virtuaaliset vihjeet, visuaalinen, auditiivinen, haptinen, kinesteettinen ym.

Päätöksenteon tuki:

Toimintaympäristössä havainnollistetaan argumentit, esitetään mahdolliset vihjeet ja tuetaan toimijan päätöksentekoa.

Oire:

Oire on ero järjestelmän toiminnoista saatujen havaintojen ja oletettujen havaintojen välillä. Esimerkiksi sylinteri ei liiku, vaikka sitä yritetään liikuttaa tai mittaustulos on poikkeava. Katso häiriö ja vika.

Siirtovaikutus (transfer):

Simulaattoripohjaisessa opiskelussa muodostuneen sisäisen mallin perusteella osataan toimia ja tehdä päätöksiä aidon toimintaympäristön vihjeiden perusteella

Tehtävä:

Tehtävä on yksittäinen suoritettava oppimiskokonaisuus. Ongelmalähtöisen oppimisen lähtökohtana on ongelma, jonka ympärille tehtävä muodostuu.

Tehtäväkuvaus:

Tehtäväkuvaus on tehtävän formaalimäärittely oppimisympäristössä.

Vika:

Esim. tukos, vuoto tai vastaava poikkeama järjestelmässä. Katso oire ja häiriö.

Virtuaalinen oppimisympäristö:

Tarkoituksenmukaisia pedagogisia ratkaisuja, virtuaalimenetelmiä sekä kokonaisvaltaisesti koulutusprosesseja tukeva ympäristö.

Älykäs tutorointijärjestelmä:

Ohjelmallinen agentti, joka tekoälyn sovellutusten turvin voi auttaa ja seurata oppilasta usealla eri tavalla niin tehtävän aikana kuin suoritusten analysoinnissa.

2 JOHDANTO

Viime vuosina koulutuksessa on panostettu koulutuksen laatuun ja erilaisiin oppimismenetelmiin sekä haluttujen oppimistulosten mukaisen osaamisen saamiseksi tulevaisuuden työelämässä menestyville. Opetuksessa on otettu käyttöön tieto- ja viestintäteknikkaa sekä annettu opetusta erilaisten verkko-oppimisympäristöjen kautta. Nämä ratkaisut ovat antaneet oppijoille uusia mahdollisuuksia oppia ja luoda henkilökohtaisia tiedonrakentamismalleja oman oppimisprosessin etenemiseen. Samalla näillä ratkaisuilla on saatu myös opetusta järjestettyä yhä pieneneville ikäluokille.

Oppimisessa voidaan käyttää monenlaisia menetelmiä halutun oppimistuloksen aikaansaamiseksi. Oppimisessa havainnollistamisella esim. toiminnan visualisoimisella saadaan parempia oppimistuloksia. Erilaisilla simulaatioilla voidaan oppimista tukea ja auttaa oppijaa muodostamaan oikean käsityksen oppimastaan sekä tuottaa osaamista omaan työhönsä kuin työyhteisöönkin.

Metsäkoneet ovat tänä päivänä paljon huipputeknologiaa ja monimutkaisia toimintalaitteita sisältäviä kokonaisuuksia. Metsäkoneen kuljettajan ja metsäkoneasentajan pitää pystyä samanaikaisesti ymmärtämään metsäkoneen mekaanisten, hydraulisten, sähköisten ja mittalaitteiden (automaatiikan) toimintojen kokonaisuus. Toimintahäiriön tullessa metsäkoneeseen pitää ymmärtää edellä olevien osatoimintojen vaikutus toisiinsa. Tämä tuo vaikeutta vianetsintään. Esim. mittalaitteen hydraulikkajärjestelmä -tyyppivalikossa oleva ruksi vakiopainejärjestelmä antaa väärän toimintatavan metsäkoneelle, jossa on kuormantunteva hydraulikkajärjestelmä. Metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja siitä syntyvä hiljaisen tiedon tutkiminen on varsin uusi alue. Hiljainen tieto tarkoittaa sisäistettyä kokemuksen myötä karttunutta osaamista, jota on vaikea kertoa toiselle tai pelkistää kaavoiksi. Metsäkoneasentajan koulutuksen kehittäminen vaatii ongelmanratkaisua ja vianetsintää tukevia moderneja teknologisia ja pedagogisia ratkaisuja

2.1 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia ja selvittää metsäkoneasentajan erilaisia toimintamalleja käytännön työelämästä. Samalla on tarkoitus selvittää hänelle työvuosien aikana syntynyttä hiljaista tietoa (tacit knowledge).

Kehittämistehtävässä haastattelu/kyselytutkimuksella selvitetään metsäkoneasentajan toimintamalleja ja hiljaista tietoa. Toimintamalleja, toimintaa käytännön metsäkoneasentajan työssä ja hiljaista tietoa pyritään käyttämään hyväksi Metsäkoneasentajan älykkäässä ja virtuaalisessa oppimisympäristössä.

Metsäkoneasentaja paikallistaa, rajaa viankohteen metsäkoneesta, arvio mahdollista vikaa sekä testaamalla ja kokeilemalla konetta selvittää vikakohteen. Korjaamalla vian(t) ja edelleen konetta testaamalla hän selvittää, poistuiko vika koneesta. Toiminnallaan metsäkoneasentaja on saanut metsäkoneen toimintakuntoiseksi.

Tavoitteena on myös saada käytännön metsäkoneasentajalle toimintamalleja, joilla hän pystyy nopeammin ja tehokkaammin etenemään metsäkoneen vianetsinnässä ja sitä kautta parantamaan metsäsektorilla toimivan metsäkoneyrittäjän taloutta sekä tehostamaan Suomen metsätalouden puunkorjuun logistiikkaa.

2.2 Tutkimusongelman taustaa

Suomen metsien kasvu on luokkaa 100 milj. k-m^3 vuodessa. Tuosta hakataan nyt noin 60 – 70 milj. k-m^3 vuodessa. Kyseisen vuotuisen hakkuumäärän korjaamiseen tarvitaan noin 3500 kpl:tta nykyaikaisia metsäkoneita, joista hakkuukoneita n. 2000 ja ajokoneita n. 1500. Lisäksi käytännön hakkuumahdollisuudet keskittyvät voimakkaasti talvikauteen. Käytännössä keskimäärin 35 000 k-m^3 hakkuumäärä suoritetaan 5 – 8 kk:n aikana. Se tietää hyvin kiireistä aikaa savotoilla. Koneiden on toimittava vähintään kahdessa vuorossa eli n. 20 h/vuorokausi. Urakoitsija on urakkasopimuksessaan luvannut toimittaa tien varteen n. 1000 – 1500 k-m^3 puuta viikossa. Tämä edellyttää, että metsäkoneen on pysyttävä toimintakuntoisena pieniä huoltokatkoksia lukuun ottamatta. Mikäli koneeseen tulee muita toimintakatkoksia, voi tulla sakkoja urakkasopimuksen rikkomisesta. Puutavarayhtiöiden logistiikkaketjuhan vaatii jatkuvasti puutavaraa tehtaalle. Nyt tänä keväänä Venäjä on uhannut nostaa puun vien-

titulleja monikertaiseksi, jopa 50 €/ k-m³. Tämä tarkoittaa, että vuotuista hakkuumäärää Suomessa on nostettava 10 -15 Mk-m³. Siihen tarvitaan esim. Ponssen valmistama vuotuinen metsäkonemäärä ja yli 1000 uutta metsäkoneenkuljettajaa ja –asentajaa, kun otetaan huomioon lisäksi metsänhoitotyöt.

Metsäkoneen tuntikustannushinnat ovat 50 – 100 €/käyttötunti (kuormatraktori – hakkuukone). Mikäli koneen toimintakunto heikkenee, niin tulee nopeasti tappiota koneen seisokista urakkasopimuksen täyttämättä jättämisen vuoksi.

Miten saadaan metsäkone pysymään 90 – 95 %:n käyttöasteessa? Se vaatii uutta metsäkonekalustoa, ammattitaitoisia kuljettajia ja hyvää metsäkoneen ennakkohoitoa sekä ammattitaitoisia huolto- ja korjauspalveluja metsäkoneasentajilta.

Mistä ja miten saadaan ammattitaitoisia, osaavia ja nopeasti metsäkoneen toimintakuntoiseksi korjaavia metsäkoneasentajia? Metsäkoneasentajia koulutetaan Suomessa kolmessa metsäoppilaitoksessa (Rovaniemi, Valtimo ja Jämsänkoski).

Miten saadaan koulutuksella hyviä metsäkoneasentajia? Koulutuksessa voidaan käyttää nykyaikaisia opetusmenetelmiä esim. havainnollistamalla opetusta simulaatioiden ja virtuaalisten oppimisympäristöjen avulla. Monesti hydraulisten, sähköisten ja automatiikan toimintojen sekä vaikutusten ymmärtäminen on vaikeaa, koska ne ovat ”komponenttien, johtojen ja letkujen” sisällä. Lisäksi kaikkien toimintojen samanaikainen ymmärtäminen on vaikeaa. On vaikea mieltää mikä vaikuttaa mihinkin.

Mistä saadaan kokeneen metsäkoneasentajan oikeita toimintamalleja ja hiljaista tietoa? Olen saanut olla kyseisen hankkeen kehittämisessä mukana yhtenä asiantuntijaryhmää, hydraulikan opettajajäsenenä. Lisäksi opettajan työelämäjaksolla sain tutustua kyseiseen hankkeeseen. Yhtenä tehtävänä on hankkia osaavien, ammattitaitoisten metsäkoneasentajien toimintamalleja ja kerätä asentajille kertynyttä hiljaista tietoa.

Edellä olevat lähtökohdat antavat syyn kartoittaa metsäkoneasentajan toimintamalleja ja hiljaista tietoa käytännön metsäkoneasentajilta. Metsäkoneasentajia on Suomessa useita satoja ja globaalisti useita tuhansia. Lisäksi samaan kategoriaan kuuluvat muutkin maarakennuskoneiden raskaskoneasentajat sekä teollisuuden koneasentajat. Edellä mainitut asentajat työskentelevät mekaanisten, hydraulisten, sähköisten ja erilaisten automaatiolaitteiden kanssa. Ei resurssit riitä tutkimaan satojen tuhansien sielunelämää ja osaamista hydraulikan vianetsin-

nässä. Täytyy rajata tutkimusaluetta oleellisesti, jotta päästään tutkimuksen työmäärässä kohtuuden rajoihin.

2.3 Kehittämistehtävän rajaus

Kehittämistehtävää rajataan siten, että tehtävän haastattelu/kyselytutkimuksen suunnataan vain XXX Suomen sopimushuolloissa oleville metsäkoneasentajille. Sopimushuolloissa on noin 35 metsäkoneasentajaa. Heistä on kiinteästi sopimushuoltopisteissä töissä 15 henkilöä. Loput ovat maastossa kiertäviä metsäkoneasentajia.

Mikäli tämä tutkimus antaa hyviä kokemuksia ja oikeita metsäkoneasentajan toimintamalleja metsäkoneasentajan työstä, pitää suorittaa laajempi ja kattavampi tutkimus myös muihin konemerkkeihin sekä myös muihin raskaskoneasentajiin. Tämä edellyttää aikaa ja resursseja. Tässä olisi kenties hyvä jatko-opintojen mahdollisuus.

3 METSÄKONEASENTAJAN ÄLYKÄS JA VIRTUAALINEN OPPIMISYMPÄRISTÖ (METVIRO)

3.1 MetViro - hankkeen tarkoitus

Hankkeen tavoitteena on kehittää toisen asteen ammatilliseen metsäkoneasentajakoulutukseen älykäs ja virtuaalinen oppimisympäristö, jonka avulla koulutuksen vaikuttavuutta, laatua ja alan houkuttelevuutta voidaan tukea. Oppimisympäristö perustuu hydrauliseen reaaliaikaisimulointiin ja asiaan liittyviin sekä virtuaalisiin että käsitteellisiin malleihin. (Hankesuunnitelma 2006.)

Lisäksi tavoitteena on tuoda opiskelijoille kokeneiden asentajien osaamista ja monipuolistaa kehitettävällä ympäristöllä koulutusorganisaation ja opettajan työvälinevalikoimaa vastaamaan toimialan koulutushaasteisiin. Hankkeessa korostuu tulosten maastoutus ja levitys laajemmin teknologia teollisuuteen ja muiden toimialojen hyödynnettäviksi. (Hankesuunnitelma 2006.)

3.2 MetViro - hankkeen kuvaus

Metsäkonekoulut, metsäkonevalmistajat, Koneenrakennus-, automaatio- ja verkkooppimisverkosto (eTRIO), Opetusministeriö ja Tampereen teknillisen yliopiston Hydraulii-kan ja automaation laitos sekä Hypermedialaboratorio lähtivät keväällä 2006 suunnittelemaan ja kehittämään Metsäkoneasentajan älykästä ja virtuaalista oppimisympäristöä. Hankkeen tarkoitus on tuottaa metsäkoneasentajan opetusta ja oppimista tukeva oppimisympäristö. Hanke jatkuu vuoden 2009 kevääseen saakka.

Toiminnallinen viitekehys



Kuva 1. Hydrauliiikan älykkään ja virtuaalisen oppimisympäristön käsittekuvaus

MetViro –oppimisympäristössä hyödynnetään kokeneen metsäkoneasentajan toimintamalleja ja hänelle syntynyttä hiljaista tietoa hydraulisen vianetsinnässä, paikallistamisessa ja vian korjaamisessa sekä metsäkoneen toimintakuntoon saattamisessa. Hankkeessa keskitytään hydraulikkajärjestelmän visualisointiin ja simulointiin. Tämä osio kuvaa MetViro - hankkeen toiminnallista viitekehystä.

4 OPPIMINEN SIMULOINNIN JA VISUALISOINNIN AVULLA (TEOREETTINEN VIITEKEHYS)

4.1 Koulutus, opetus, opiskelu ja oppiminen (pedagoginen viitekehys)

Metsäkoneasentajien koulutuksessa on runsaasti kehittämistä, koska nykyjärjestelmien ymmärtäminen vaatii uuden tyyppisiä vian diagnosointi-, mittaus-, ongelmanratkaisu- ja asennustaitoja. Ongelmana on puute oppimista, opiskelua ja opetusta tukevista ympäristöistä, järjestelmistä, moderneista opiskelumenetelmistä ja kohdennetusta oppimateriaalista. Yhtenä lähestymistapana teemaan on käyttää virtuaalimenetelmiä, dynaamista reaaliaikaisimulointia, mukautuvia oppimateriaaleja, älykkäitä tutorointiratkaisuja sekä Internet -pohjaisia ratkaisuja.

Kehitettävää oppimisympäristöä voidaan tarkastella laajemman simulaattoripohjaisen opetuksen näkökulmasta, vaikka kyseessä ei ole täydellinen metsäkoneasentajan hydraulikkasimulaattori. Simulaattorikoulutuksen tavoitteena on kehittää opiskelijan ennakoivan sisäisen mallin muodostumista (Vartiainen 1985) siten, että sillä olisi siirrettävyyttä toimintaan aidossa toimintaympäristössä ja että se sisältää myös yhteisöllisiä piirteitä. Usein kiinnostus keskittyy varsinaiseen opiskeluun simulaattorilla, simulaattorin aitouteen, teknologisiin valintoihin ja kustannussäätöihin. Kyseessä on kuitenkin yhteys laajempaan ja kokonaisvaltaiseen koulutuksen kehittämiseen, joista muodostuu lisäarvoa myös koulutus- ja ohjausprosesseihin sekä koulutuksen vaikuttavuuteen. Simulaattoripohjaisesta opiskelusta tulisi muodostua lisäarvoa myös opetussuunnitelman tulkintaan ja toteutukseen, ohjaukseen, opiskelija-arviointeihin, opiskelumenetelmien valintaan, aitojen tapausten hyödyntämiseen, opiskelun laatuun sekä monipuolisten havainnollistusmenetelmien hyödyntämiseen, teorian ja käytännön välisen yhteyden tukemiseen (vrt. Ranta 2003). Näin voidaan kokonaisvaltaisesti arvioida simulaattorien tuomaa lisäarvoa. Pelkkä simulaattori tai oppimisympäristö ei ratkaise kaikkia koulutuksen tarpeita tai ongelmia. (Ranta, P. 2003.)

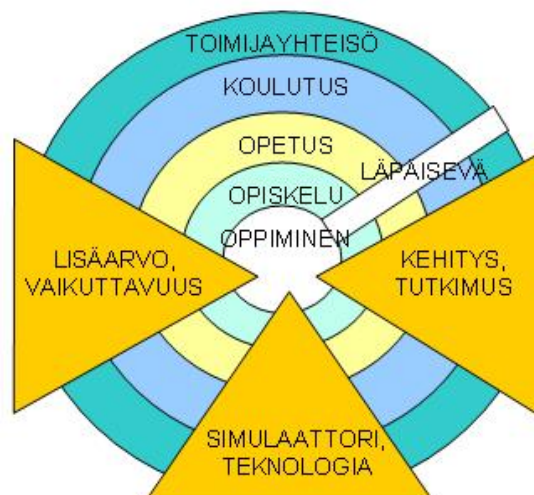
Simulaattorit liittyvät laitteiden, koneiden ja järjestelmien toimintaprosessien mahdollisuuksiin ja rajoitteiden koulutukseen. Näitä kaikkia tekijöitä yhdistää modernin tieto- ja viestintätekniikan monipuolinen hyödyntäminen. Esimerkiksi koneiden ohjaus- ja hallinta tapahtuu digitaalisen tietoliikennejärjestelmän avulla, mikä avaa mahdollisuuksia mallintaa ja arvioida eritasoisten henkilöiden toimintamalleja prosessidatasta (lokidata) analysoidun informaation avulla. Simulaattori voi myös kerätä ja analysoida prosessidataa opiskelija-

opettajavuorovaikutuksen tueksi. Järjestelmän keräämä informaatio esitetään mielekkäällä tavalla käyttäjälle. Näihin voidaan liittää myös automaattisia arviointijärjestelmiä sekä nauhoitettujen toimintojen käyttöä, jotka tukevat opiskelijan oman toiminnan kehittymistä. Esimerkiksi metsäkonesimulaattoreissa hyödynnetään prosessidataa näytöissä, raporteissa ja tulosteissa. Opiskelija ja/tai ohjaaja voi seurata tiettyjen koneen osien toiminta-aikoja, tuottavuutta, kolhuja, oppimiskäyrää, kuormaimen nivelten yhtäaikaista käyttöä sekä ajankäyttöä. (Esi selvitys 2006.)

Älykkäät tutorointijärjestelmät tuovat lisämahdollisuuksia koulutuksen kehittämiseen, kun osa ohjauksesta ja palautteesta toteutetaan koneen päättelyn ja älykkäiden piirteiden avulla. Tähän liittyy myös kokeneen toimijan näkyvän toiminnan sekä hiljaisen tiedon näkyväksi tekeminen ja mallinnus. Tutorointi tarvitsee kokeneen asentajan mallin päättelyn ja toiminnan tueksi.

Koulutuksen, opetuksen, opiskelun ja oppimisen yhdistävää ideaaliteoriaa tai käytäntöä on erittäin vaikea luoda. Opetussuunnitelma, koulutuksen tarpeet, toimintaympäristö, resurssit, sisällöt, osaaminen ja koulutus- ja ohjausprosessit määrittävät käyttötavat.

Kuvassa 2. on esitetty simulaattoripohjaisen opiskelun liittyviä näkökulmia, joita osaltaan voidaan hyödyntää jäsentämään eri toimijoiden ja koulutukseen liittyvien ulottuvuuksien tarkasteluun.



Kuva 2. Näkökulma simulaattoripohjaisen opiskelun toteuttamiseen (Ranta, P. 2003.)

Toimijayhteisön näkökulma esittää miten koulutus-, opetus-, opiskelu- ja oppimisen tasoilla tapahtuneesta toiminnasta syntyvää vaikuttavuutta. Osaamisen todellinen kehittyminen pitää näkyä lisäarvona, jolla on liiketoiminnallista merkitystä.

Koulutusorganisaatio hallinnoi, määrittää, kehittää, resurssoi ja ohjaa koulutusta toimijayhteisön tarpeiden sekä oman strategiansa mukaisesti. Opetussuunnitelma, opintojakson toteuttamissuunnitelma, opintopolut, oppimateriaalituotanto, osaamisprofiilit, seuranta- ja arviointiratkaisut hallinnoidaan koulutusorganisaation toimesta.

Opetustasolla näkökulma kohdentuu varsinaisen koulutuksen toteutukseen. Suunnittelu- ja koulutusprosessit sovelletaan käytäntöön kouluttajien pedagogisen ajattelun ja koulutustarveanalyysin perusteella. Tällä tasolla mielenkiinto kohdentuu koulutuksen käytännön suunnitteluun, toteutukseen ja soveltamiseen. Kouluttaja toteuttaa perusteltuja valintoja sisällöistä, opiskelumenetelmistä, harjoituksista, ajankäytöstä, opiskeluympäristöistä ja arviointiratkaisuksista.

Opiskelu -näkökulma korostaa opettaja-(teknologia) -opiskelija vuorovaikutusta ja ohjausta. Tällä tasolla tuetaan opiskelijan mielikuvan rakentumista, palautetta, opiskelijan oman toiminnan reflektointia (itsearviointi), koulutustavoitteiden mukaisten ohjauspäätösten toteuttamista sekä arviointiratkaisuja.

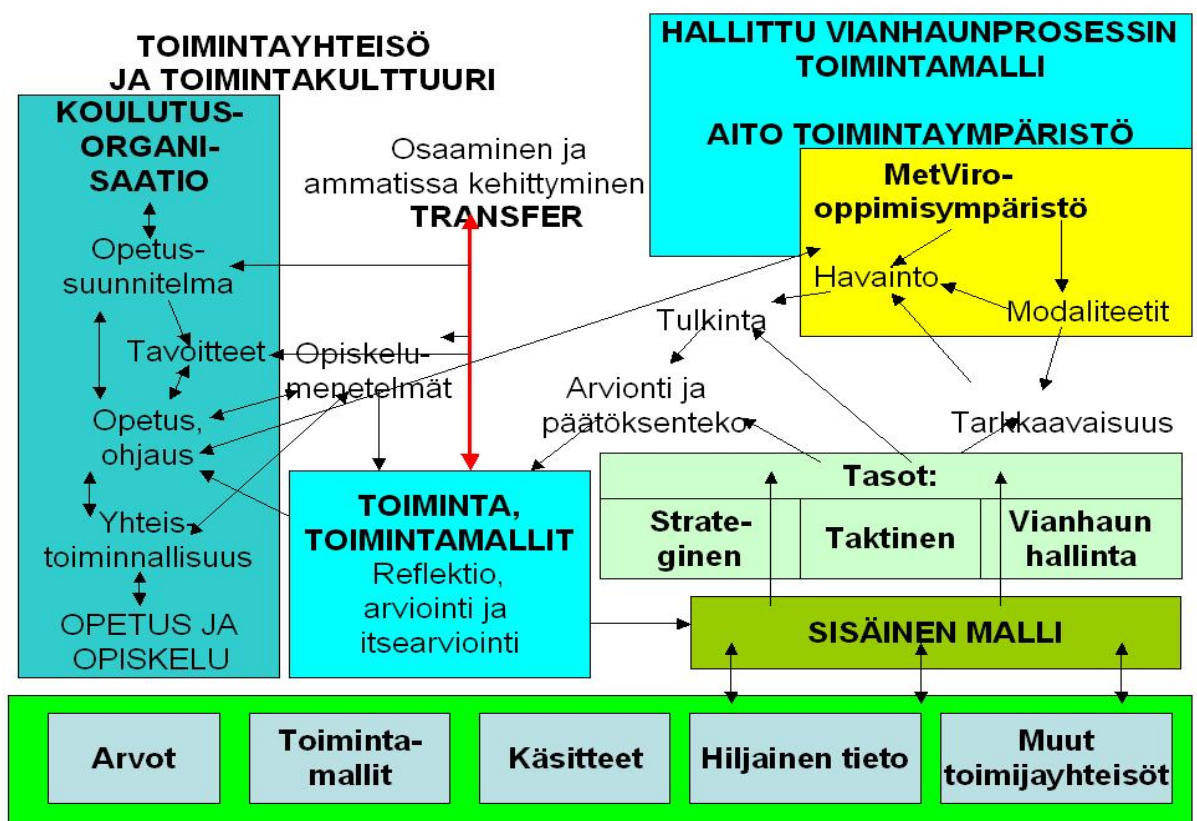
Oppimisen tasolla huomio kiinnittyy opiskelijan kognitiivisten eli ajattelun, muistin, havaitsemisen, päätöksenteon, tarkkaavaisuuden ja informaation prosessoinnin tekijöiden vaikutuksiin. Lisäksi korostuu reflektointi (oman toiminnan arviointi), kieli, sosiaaliset, psykomotoriset ja tunnetekijät.

Tasoa vasten voidaan arvioida teknologisten, koulutuksellisten ja sisällöllisten tekijöiden lisäarvoja ja koulutuksen vaikuttavuutta. Kuvaus tarjoaa jäsenysvälineen, jonka avulla voidaan rajatusti kohdentaa teknologisten ratkaisujen tutkimus- ja kehitystarpeita.

MetViro - hankkeessa keskitytään opetuksen, opiskelun ja oppimisen tukemiseen. Koulutuksen suunnittelun ja hallinnon näkökulmasta kehitettävä oppimisympäristö tarjoaa työvälineen välineen monipuolistaa ja muokata vallitsevia käytäntöjä. Tarkoituksena ei ole korvata kaikkia asentajaopetusta virtuaalisilla ratkaisuilla. Perinteisillä ratkaisumalleilla ja käytännöillä on varmasti sovelluskohteita myös tulevaisuudessa. Opettaja voi suunnitella, monipuolistaa ja uudistaa opetusta. Lisäksi kouluttajan työvälineet tarjoavat asentajaopettajille uusia mahdolli-

suuksia havainnollistaa, monipuolistaa tehtäviä, tarjota mukautettua oppimateriaalia, yhdistää teoriaa ja käytäntöä, tuottaa ja hallita harjoitustehtäviä sekä saada mielekkäitä arviointiratkaisuja ja –tietoa. Tämä osio on MetViro – hankkeen toiminnallista viitekehystä.

Kuvassa 3. on esitetty pedagoginen viitekehys, jossa siirtovaikutuksen avulla metsäkoneasentaja hyödyntää aikaisempia toimintamalleja ja hiljaista tietoa. Samalla uusissa ongelmanratkaisussa syntyy uusia toimintamalleja ja hiljaista tietoa, joka kertyy ja päivittyy asentajan uudeksi hiljaiseksi tiedoksi.



Kuva 3. Pedagoginen viitekehys (mukaillen, vrt. Ranta, P. 2004. Metsäkonesimulaattori-pohjaisen opetuksen viitekehys.)

Metsäkoneasentajan työskennellessään käytännössä metsäkoneen huollossa tai korjauksessa hän suorittaa toiminnallaan halutun huolto- ja/tai korjaustoiminnon. Hänellä on ammatissaan kehittynyt tapa toimia. Siitä saadaan siirtovaikutus (transfer), josta syntyy toimintamalli hänen sisäiseen malliin ja sen eri tasoille. Siitä syntyy vuosien työskentelyn aikana hiljaista tietoa ja uusia toimintamalleja. Työskennellessä edelleen työssään, metsäkoneasentaja voi

käyttää uudestaan ja uudestaan alati kehittyviä toimintamalleja ja karttuvaa hiljaista tietoa hyväkseen vianetsinnässä ja muissa tehtävissä.

Metsäkoneasentajan osaaminen voidaan jaotella eri tasoihin: yksilölliset tekijät, strateginen, taktinen ja vianhaun hallinnan taso. Tarttumapinta luo mielenkiintoisen jäsennyksen metsäkoneasentajan osaamisen ja hiljaisen tiedon kuvaukseen. Metsäkoneasentajan toimintaan vaikuttavat taidot, tiedot, vianhaun osaaminen, riskitietoisuus vianhaun onnistumisessa ja vianhaun itsearviointi. Metsäkoneasentajan vianhaun ja onnistuneen koneen korjauksen lisäksi vaaditaan suunnittelu-, ongelmanratkaisu-, arviointi- ja päätöksentekotaitoja sekä sosiaalista toimimista asiakasrajapinnassa. Lisäksi päätösprosesseissa pitää huomioida monen tekijän yhteisvaikutus. (Ranta, P. 2004.; Laamanen, V., Ranta, P., Pohjolainen, S. 2003.)

4.2 Virtuaalinen oppimisympäristö

MetViro - hankkeessa kehitetään oppimisympäristöä metsäkoneasentajakoulutuksen kehitykseen. Käsitteelle oppimisympäristö on muodostunut eri konteksteissa erilaisia merkityksiä. Tästä johtuen on perusteltua määritellä tässä yhteydessä merkitys. Uusikylä ja Atjosen mukaan oppimisympäristö on oppimistarkoitukseen erityisesti suunniteltu ja toteutettu kokonaisuus, joka edellyttää sekä materiaalisia että ei-materiaalisia ratkaisuja. Yhdyssanan ympäristö-osa viittaa siihen, ettei pelkästään opettaja opeta, vaan monet muut järjestelyt tuottavat tuloksia. (Uusikylä & Atjonen 2000, 133.) Kiteytetysti voidaan todeta, että opetussuunnitelman tavoitteisiin ja siitä tehtyyn tulkintaan perustuvasta oppimistarkoitukseen suunnitellussa opiskeluympäristössä on mahdollista syntyä oppimista. Oppimista ei voida kuitenkaan pitää taattuna. (vrt. Uusikylä & Atjonen 2000, 13) (Uusikylä, K., Atjonen, P. (2000.))

Virtuaalitodellisuuden pohjautuva oppimisympäristö voidaan määritellä tarkoituksenmukaisia pedagogisia ratkaisuja, virtuaalimenetelmiä sekä mahdollisesti tietoverkkoja hyödyntävää opiskelua tukevaa ympäristöä. Määritelmästä havaitaan, että ei ole yhtä ainoata opetuksen toimintamallia, vaan opetussuunnitelman rajaamien moduulien ja tavoitteiden perusteella valitaan perustellut menetelmät, ryhmäkoot, harjoitustehtävät, yhteydet esim. maasto-opetukseen sekä riittävä ohjausresursointi. Simulaattoripohjaisessa opiskelussa voidaan hyödyntää opiskelijakeskeisiä ongelmapohjaisia ja ongelmalähtöisiä menetelmiä, jolloin opiskelijat hyödyntävät simulaattoreita ongelmanratkaisuprosessin tukena ja ratkaisumallien arvioinnissa. Perinteisiä menetelmiä voidaan myös hyödyntää. Käytännön sovellutuksen toteuttami-

nen vaatii huolellista määrittelyä, suunnittelua, kartoitusta, kehityspalavereja sekä opetuskokeiluja. (Ranta, P. 2003.)

Lehtinen (2001) on koontanut tietokoneavusteisen oppimisympäristön suunnitteluun pedagogisia ohjeita, joiden avulla voidaan metsäkoneasentajan virtuaalisen oppimisympäristön suunnittelua jäsentää.

1. Opiskelija ymmärtää, että vastaavat ongelmatilanteet voidaan kohdata oikeassa työssä.
2. Opiskelijoilla tulisi olla riittävä mielikuvan rakentamisen tuki, jotta he pystyvät ratkaisemaan ongelman ilman liian suurta kognitiivista kuormaa.
3. Opiskelijoilla tulisi olla joustavia mahdollisuuksia liikkua konkreettisten tapausten ja teoreettisten mallien välillä.
4. Ympäristössä tulisi olla palautejärjestelmä, joka rohkaisee opiskelijoita refleктоimaan omia ratkaisumalleja.
5. Oppimisympäristön tulisi tukea opiskelija-opiskelija ja opiskelija- opettaja vuorovaikutusta.
6. Tietokoneavusteisen ympäristön tulisi olla integroitunut osa koko koulutus kontekstia.

(Lehtinen, E. 2001.)

Kouluttajalla tulee olla välineitä, joiden avulla hän suunnittelee ja ohjaa harjoitusten toteutusta. Tekninen kehitys on tuonut yhä monipuolisempia mahdollisuuksia kouluttajalle suunnitella, muokata ja hallita ympäristön tekijöitä kuten harjoituskohteen sijaintia ja ominaisuuksia, vaativuutta, vuorovaikutusmahdollisuuksia, jaettuja yhteistoiminnallisia ympäristöjä, aikaulottuvuutta ja ympäristön dynaamista käyttäytymistä vaikka aloittelijan opiskeluun soveltuvaksi. Simulaattoriympäristö on erinomainen harjoitusympäristö, koska sitä voidaan muokata, päivittää, hallita sekä sen avulla voidaan toistaa, seurata, arvioida, nauhoittaa ja kehittää harjoituksia. Kehittyvä teknologia mahdollistaa yhä monipuolisempien jaettujen yhteistoiminnallisten simulaatioiden kehittämisen. Tämä luo mielenkiintoisia mahdollisuuksia kehittää toimijayhteisön yhteisiä toimintamalleja organisaatioiden sisäisen ja myös eri toimipisteiden välisen vuorovaikutukseen.

Kehitettävältä ympäristöltä odotetaan selkeitä lisäarvoja. Mitä lisäarvoa oppimisympäristö mahdollistaa? Seuraavassa on kuvattu muutamia tutkimuksissa havaittuja lisäarvoja.

1. Turvallisuus.
2. Toistettavuus, mielekäs toimintaympäristön muokkaus.
3. Kustannushyöty, monipuoliset opiskelumahdollisuudet.
4. Harjoitusten ajoitus ja hallittavuus sekä opiskelutapahtuman ohjaus ja hallinta.

5. Harjoiteltavan tehtävän sovittaminen opiskelijan osaamiseen.
6. Adaptiivisuus aihepiirin ja osaamisen mukaan.
7. Toimintaan lisättävät vihjeet ja palaute sekä ohjeistuksen automatisointi.
8. Simulaattorin hyödyntäminen nauhoituksissa ja opiskelijan osaamisen arvioinnissa.
9. Opetuksen ja ohjauksen mahdollinen automatisointi.
10. Kestävän kehityksen periaatteiden huomiointi (Ranta, P. 2003)

Metsäkoneasentajan osaaminen edustaa varsin kompleksista kokonaisuutta. Tämän osaamisen kehittäminen vaatii tarkoituksenmukaisia ympäristöjä, mielekkäitä tehtäviä sekä toimijayhteisön palautetta. Opetuksen suunnittelu monimutkaisten aihepiireihin toteutukseen on erittäin vaativaa. Lehtinen on koonnut pedagogisia ohjeita (Lehtinen, E. 2001.):

- Haasteellisuuden ja monimutkaisuuden kohtaaminen opiskelun alussa.
- Tarkoituksenmukainen yhdistelmä asiantuntijan ohjausta ja omatoimista tutkimista.
- Aitojen ongelmien ja käsitteellisen päättelyn yhdistely.
- Tehtävään liittyvän sosiaalisen vuorovaikutuksen tuki.
- Monipuolisten havainnollistusten tarjoaminen.
- Ongelmanratkaisu riippuu merkittävästi opiskelijoiden kyvystä ymmärtää teoriaa ja periaatteita ilmiön takana.
- Simuloidut tapaukset tai ongelmakuvaukset tulee esittää aidosti.

Koulutuksen kehittäminen onnistuu yleisten periaatteiden pohjalta tietylle tasolle, mutta vasta alan erityispiirteiden ja tarpeiden tunnistamisen jälkeen on mahdollista kehittää todellista lisäarvoa tuottavia ratkaisuja. (Lehtinen, E. 2001.)

4.3 Simulaation määrittelystä on useita tulkintoja, alla muutamia määrittelyjä

- Simulaatio on jäljitelmä jostakin biologisesta, fysiologisesta, psykologisesta, sosiaalisesta tai teknisestä järjestelmästä tai niiden osasta, yhdistelmästä tai vuorovaikutuksesta.
- Yleisempiä ovat pelit sekä ympäristö- ja tekniset simulaattorit.
- Simulaatiolla tarkoitetaan jonkin todellisen järjestelmän, toiminnan jäljittelyä tavoitteena sitä koskevan sisäisen mallin synnyttäminen käyttäjässä.
- Kun jäljittelyn kohteena on laite tai tekninen järjestelmä, jota yksi tai useampi ihminen käyttää tietyn tavoitteen saavuttamiseksi puhutaan simulaattorista.
- Simulaatioiden keskeisenä tehtävänä on ennakoivien työtä koskevien sisäisten mallien kehittäminen varsinaisen työn ulkopuolella. (Vartiainen, M. 1985.)

Yhteenveto simulaation käytöstä opetuksen visualisoimiseksi:

- Simulaattoripohjaisen opiskeluympäristön hallittu käyttö vaatii kokonaisvaltaisen koulutuksen kehittämisenäkökulman sekä tarkoituksenmukaiset erityisnäkökulmat (sisältö, menetelmät, kohderyhmä, suunnittelu jne.)
- Vaatii huolellisen räätälöinnin ja integroinnin opetussuunnitelmaan ja opettajien koulutukseen.
- Ei ole olemassa yhtä ainoata opetusmenetelmää, joka sopisi kaikkiin tilanteisiin.
- Konteksti määrittelee tarkoituksenmukaisen toimintamallin ja simulaattorien käyttöä.
- Virtuaalisten vihjeiden ja päätöksentekoa tukevan informaation avulla voidaan opiskelijan oppimisprosessia tukea. (Ranta, P. 2003.)

4.4 Metsäkoneasentajaopetuksen tarpeista

Metsäkoneasentajan opetuksella on yleisesti tunnistettavia ominaisuuksia mutta myös useita erityispiirteitä. Jäljempänä on selvitetty asentajaopetuksen keskeisiä tarpeita ja niiden ratkaisumalleja, jotta kehitettävät ratkaisut olisivat osa koulutuksen kokonaisvaltaista kehittämistä. MetViro -projekti ei tule ratkaisemaan kaikkia tarpeita, mutta oppilaitosten, viranomaisten ja laitevalmistajien omia kehittämistoimintoja on mahdollista kuvata.

4.5 Metsäkoneasentajan hydrauliiikan opetus

4.5.1 Hydrauliiikan perusteita

Hydrauliiikka tarkoittaa energian siirtoa paineen avulla. Neste sopii hyvin tehonsiirtoon, koska neste ei puristu helposti kokoon mutta toisaalta pystyy vastustamaan vain leikkausmuodonmuutosta. (Wikipedia 2006.)

Hydraulinen teho saadaan aikaan hydrauliikkapumpulla mekaanisen tehon avulla. Pumppu kehittää tilavuusvirran ja kun virtausta kuormitetaan esimerkiksi toimilaitteella, syntyy painetta ja siten myös tehoa. Tilavuusvirta voidaan siirtää haluttuun paikkaan putkien ja letkujen avulla. Tehon ohjaus taas toteutetaan erilaisten venttiilien avulla. Toimilaitteissa hydraulinen teho muutetaan takaisin mekaaniseksi tehoksi.

Hydrauliikan eräs suurimmista eduista on sen tehokkuus: sen avulla voidaan siirtää erittäin suuria tehoja. Huolimatta suurista tehoista, ovat hydrauliset komponentit yleensä kooltaan energiaan nähden pieniä.

4.5.2 Hydrauliikan opetus ja simulointi

Hydrauliikan opetuksen eräs suurimmista haasteista on teorian ja käytännön opetuksen yhdistäminen. Perinteisesti teoriaa opetetaan luokassa ja usein vielä matemaattisista lähtökohdista. Tämän teorian yhdistäminen erilliseen käytännön opetukseen on usein hankalaa. Perinteinen hydrauliikan opetus oikeilla komponenteilla on aikaa vievää, likaista ja epäpuhdasta. Eräs keino tämän kuilun kaventamiseksi on hydrauliikan simuloinnin käyttäminen opetuksen apuvälineenä.

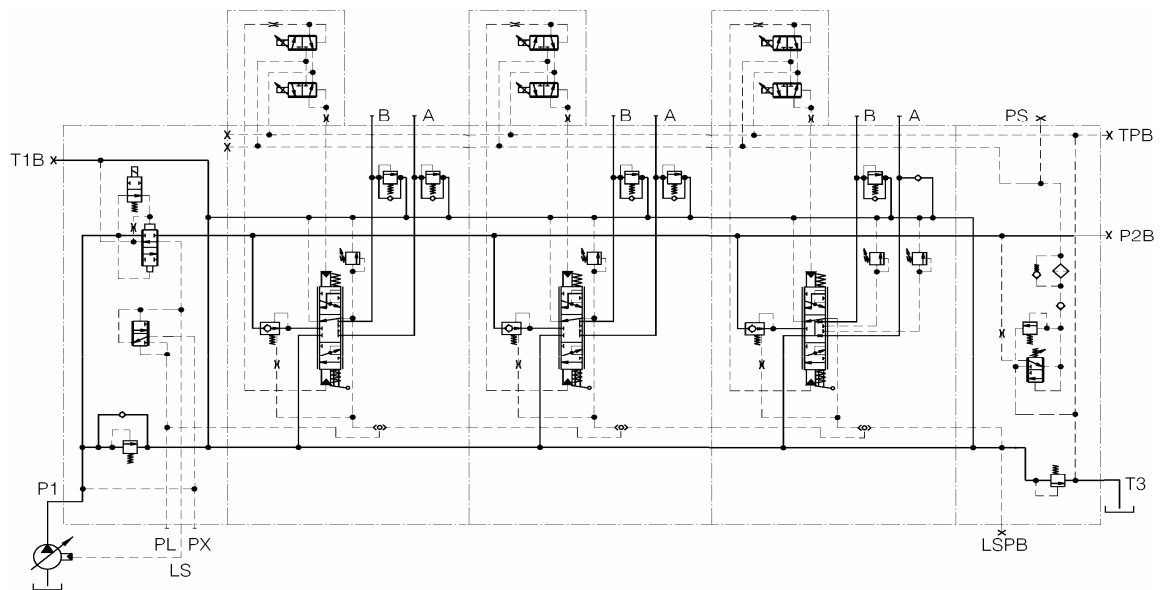
Simuloinnilla tarkoitetaan todellisuuden jäljittelyä. Hydrauliikkajärjestelmän simuloinnissa pyritään esittämään oikean järjestelmän toiminta tietokonemallin avulla mahdollisimman tarkasti. Tutkittaessa järjestelmän simulointimallia on huomattavasti helpompi yhdistää opetettua teoriaa ja käytäntöä kuin esimerkiksi staattista komponenttia tutkittaessa. Simuloituun järjestelmään voidaan esimerkiksi tehdä poikkileikkauksia komponentteihin ja silti järjestelmän toiminta pysyy entisellään. Simuloitua järjestelmää voi myös tutkia useasta kohdasta samanaikaisesti. Lisäksi järjestelmän säätäminen onnistuu helposti parametreja muuttamalla. Myös komponenttien vaihtaminen simuloituun järjestelmään on melko vaivatonta. Lisäksi järjestelmän tarkastelua on myös mahdollista tehdä hidastettuna tai pysäytettynä. Nämä ominaisuudet tekevät simuloinnista hyvän apuvälineen hydrauliikan opetukseen.

4.5.3 MetViro – hydrauliikkajärjestelmän kuvaus

MetViro - projektin mallissa kuvataan metsäkoneen puomin toimintaa hydrauliikkajärjestelmän mallinnukseen painottuen. Toimilaitteiden kuormitusten suunnitellaan käyttäytyvän siten, että ne yleisesti vastaavat metsäkoneen kuormaimen kahta nivelpuomia ja teleskooppijatketta. Harvesteripään tai kuormainkouran hydrauliikkaa ei ensivaiheessa huomioida, mutta sen massa voidaan sisällyttää malliin. Kuormaimen massa ja asennon vaikutus sen liikenopeuteen verrattuna toimilaitteen nopeuteen sisällytetään malliin.

Myös kevyt approksimaatio kuormaimen joustosta voidaan mallintaa. Mallissa kuormaimen liikerajoitteet määräytyvät asetettujen mekaanisten liikerajojen mukaan. Mitään törmäystarkasteluja ei tehdä, mutta kuormaan tarttuminen voidaan ottaa huomioon massaparametrin avulla. (Esiselvitys 2006.)

Kuvassa 4. mallinnettavaksi on valittu kolmen toimilaitteen kuormantunteva (LS, Load Sensing) järjestelmä, jossa pumpun kierrostilavuus säätöy vällitsevan kuormituksen mukaan. LS-säätö tapahtuu hydraulisella LS-linjalla suuntaventtiileiltä pumpulle – ei siis ainakaan vielä sähköisenä (ELS). Mallinnuksen ensimmäisessä vaiheessa pyritään käyttämään saman valmistajan komponentteja. Pääkomponentteina on alustavasti päätetty käyttää Parker Hannifin L90LS-painekompensoitua proportionaaliventtiiliä ja P2-sarjan säätötilavuuspumppua, joista saamme valmistajalta mallinnuksen kannalta tarvittavat tiedot. Sylintereiden valinta tehdään myöhemmin. Malli rakennetaan siten, että komponentin kokoa mallisarjan sisällä tai sen sisäisiä toiminnan rajoitteita (esim. karan liikematka) voidaan muuttaa. Koko komponentin vaihtamista saman valmistajan toisen tyyppiseen tai toisen valmistajan komponenttiin ei toistaiseksi toteuteta, koska se käytännössä edellyttää uuden mallin tekemistä. Joskin komponenttimallit pyritään alusta asti tekemään hyvin parametrisoiduiksi, jotta ne olisivat mahdollisimman pitkälle hyödynnettävissä mahdollista komponentin vaihtoa ajatellen. (Esiselvitys 2006.)



Kuva 4. Järjestelmän hydraulikkakaavio Parker L90LS – venttiilillä

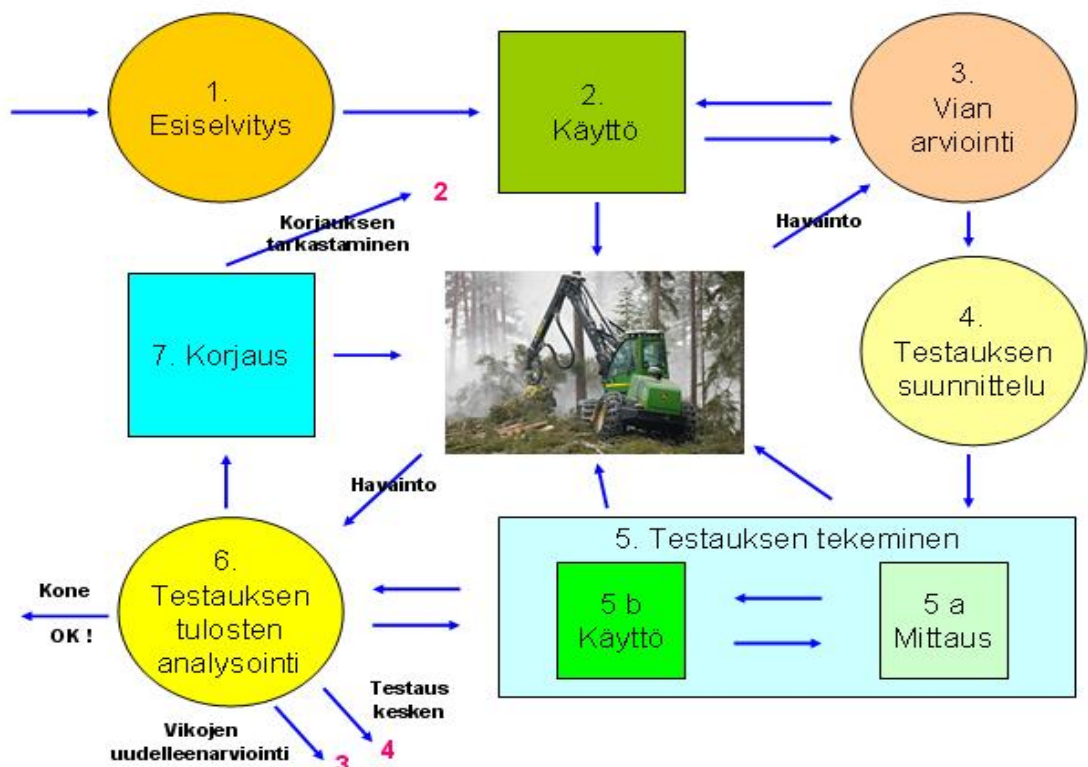
Pumppu ja venttiilit ovat saatavana monin eri lisäasetuksin, jotka pyritään valitsemaan siten, että ne vastaavat yleisimmin metsäkoneissa käytössä olevia versioita. Näin ollen kuvan hydraulikkakaavio ei välttämättä täysin vastaa lopullista toteutusta.

4.5.4 Hydrauliiikan vianetsinnän opettaminen

Vianhaun opettaminen asettaa oppimisympäristölle vaatimukseksi erityisesti suunnitelmallisen vianhaun mahdollistamisen ja sen tukemisen. Vianhausta on tuotava esiin sen eri vaiheet niin opetuskäytön kannalta kuin käytännön etenemisen kannalta.

Oppimisympäristössä sovellettavasta suunnitelmallista vianhausta on tehty ensimmäinen menetelmäkuvaus, joka on kuvattu kuvassa 5. Vaiheistuksessa on pyritty huomioimaan niin opetukselliset tarpeet kuin riittävän vapaus omaan soveltamiseen.

Vaiheistus perustuu Mitchellin ja Pippengerin kirjaan Fluid Power Maintenance Basics And Troubleshooting (1997). Vaiheista voidaan muodostaa prosessikaavio, joka kuvaa vaiheiden väliset siirtymät. Neliöt kuvaavat konkreettista toimintaa ja ympyrät kuvaavat ajatustyötä.



Kuva 5. Suunnitelmallisen vianhaun vaiheet. (Mitchell, R.,Pippenger, J. 1997.)

Suunnitelmallisen vianhaun vaiheet:

1. **Esiselvitys**
2. **Käyttö**
 - Koneen käyttäminen, oireiden varmentaminen, perustarkastukset (hydrauliikka vs. mekaaninen vs. sähköinen vs. mittalaite, pumppu pyörii ...)
3. **Vian arviointi**
 - Mahdollisten vikojen paikallistaminen
 - Vikalistan teko ja vikojen olemassaolon todennäköisyyden arviointi
4. **Testauksen suunnittelu**
 - Vikalistan perusteella varsinaisen testausjärjestyksen suunnittelu
 - Korjauksen tarkastavan testauksen suunnittelu
5. **Testin tekeminen**
 - Suunnitellun testin tekeminen: mittareiden asettamista, koneen käyttöä, mittaustulosten kerääminen jne.
6. **Testin tulosten analysointi**
 - Testissä saatavien tulosten analysointi ja jatkotoimista päättäminen
7. **Korjaus**
 - Havaitun vian korjaaminen
8. **Kokeillaan koneen toimintaa, toimiiko se ajatellulla tavalla**

4.6 Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen ja hiljainen tieto

4.6.1 Hiljaisen tiedon käsitteen taustaa

Käsitteen luoja on Michael Polanyi, joka kehitti teoriaansa jo 1960-luvulla teoksessaan ”Science, Faith and Society” (1964). Polanyin päätyönä pidetään teosta ”Personal Knowledge” (1958), jossa hän työsti teoriaansa edelleen. Myöhemmin hän vielä laajensi teoriaansa eri suuntiin ja tätä prosessia hän on kuvannut esseekokoelmassa ”Knowing and Being”(1969). Hänen lähtökohtanaan oli, että tullakseen hyvin suoritetuksi jokin toiminta vaati ottamaan huomioon koko joukon sääntöjä, joista suorittaja ei itse ole tietoinen. Tämän ilmiön hän nimesi hiljaiseksi tiedoksi, tacit knowledge ja sen vastakohta oli eksplisiittinen tieto, täsmätieto. (Polanyi, M. 1958., 1964., 1969.)

Kyse oli hänen mukaansa kokonaisuuksista. Hän viittasi usein hahmopsykologiaan ja ammensi siitä vaikutteita. Hiljaisen ja täsmätiedon eroa hän havainnollisti esimerkiksi pianon-

soittajasta. Soittaja on kyllä tietoinen sormistaan, mutta jos hän alkaa kiinnittää niihin huomiota, soittaminen vaikeutuu. Lopulta hän joutuu keskeyttämään.

Hiljaisen tiedon omaksuminen perustuu pitkälti jäljittelyyn ja tekemällä oppimiseen. Mestari ei aina itsekään huomaa, mitä opettaa eikä oppija huomaa, mitä oppii. Jäljittely on toinen ja lukemattomat kokemukset ovat toinen osa hiljaisen tiedon oppimisessa.

Vaikka nämä kaksi tiedonlajia, eksplisiittinen ja hiljainen, ovat siis täysin erilaisia, ei niitä voi kokonaan erottaa toisistaan. Polanyi katsoi, että hiljaista tietoa yksilöllä voi olla sellaisenaan, mutta eksplisiittistä tietoa hän voi soveltaa ainoastaan hiljaisen tiedon avulla. Kaikki tieto on siten joko hiljaista tai pohjautuu hiljaiseen tietoon. Myöhemmin hän ottikin käyttöön käsitteen hiljainen tietäminen (tacit knowing), jolla hän halusi korostaa tietämisen prosessia, ei vain tietoa sinänsä. (Polanyi, M. 1958., 1964., 1969.)

Japanilaiset Nonaka ja Takeuchi (1995) ovat nähneet hiljaisessa tiedossa jopa japanilaisten yritysten menestystä selittävän tekijän. He ovat katsoneet, että tuotannon tehokkuus, edullisen pääoman saatavuus, hyvät asiakassuhteet, elinikäiset työsuhteet ja senioriteettijärjestelmä ovat kylläkin tärkeitä, mutta eivät riitä selittämään yritysten menestystä. Ratkaisevaa on japanilaisten yritysten kyky tuottaa tietoa organisaation sisällä, luoda uutta tietoa, levittää sitä organisaation sisällä ja yhdistää tuotteisiin, palveluihin sekä järjestelmiin. (Nonaka, I & Takeuchi, H 1995.)

Käsitettä edelleen kehittäessään Nonaka ja Takeuchi ovat jakaneet sen kahteen segmenttiin: tekniseen ja kognitiiviseen. Tekninen ulottuvuus käsittää informaaliset taidot. Kognitiivinen ulottuvuus taas koostuu skeemoista, mentaalisista malleista, uskomuksista ja käsityksistä, jotka ovat juurtuneet hyvin syvälle. Ne ovat vaikeasti ilmaistavissa, koska niitä pidetään itsensä selvyyksinä.

Nonakan ja Takeuchin määrittelemänä hiljainen tieto on yhtä kuin yrityksen keskeinen henkinen pääoma. Se muodostuu koko organisaation kollektiivisesta ja jäsenten yksilöllisestä osaamisesta, tiedoista ja taidoista. (Nonaka, I & Takeuchi, H 1995.)

Koivunen (1997) on jakanut hiljaisen tiedon neljään osa-alueeseen.

- 1) Ruumiillinen tieto, evoluution tuloksena syntynyt tieto, geenit ja vaistot.
- 2) Myyttinen, arkkityyppinen tieto, uskonnot ja tarinat
- 3) Intuitiivinen tieto, kyky yhdistää asioita uudella tavalla, luoda hypoteeseja

4) Kokemustieto, elämän myötä omaksuttu tieto, kyky arvioida asenteita ja työtapoja erilaisissa konteksteissa, ammattitaito (Koivunen, H. 1997.)

Kun nykyään puhutaan hiljaisesta tiedosta työelämässä, tarkoitetaan usein lähinnä jälkimäistä. Se on sekä yksilöllistä että kollektiivista. Kyse ei ole kuitenkaan pelkästä kokemuksesta, vaan siinä on osuutensa myös yksilön omalla oivalluksella.

4.6.2 Hiljainen tieto metsäkoneasentajan työssä

Metsäkoneasentajien toimintakulttuuri korostaa tekemällä oppimista. Perinteinen mestarioppipoikamalli vallitsee osaamisen kehittymisen periaatteena. Mallissa on paljon hyvää, mutta vaatii myös kriittistä tarkastelua tässä yhteydessä. Tieto- ja viestintäteknologian intensiivinen hyödyntäminen metsäkoneiden hallinta-, ohjaus- ja mittausjärjestelmissä edellyttää merkittävästi järjestelmien kaaviotason hallintaa. Yhä suurempi osa järjestelmän toiminnoista tapahtuu digitaalisen ohjauksen avulla. Tällöin järjestelmän näkyvä vihjeistys on rajallisempi kuin aiemmin, jolloin myös käsitteellinen ymmärrys korostuu. Tämä heijastuu myös mestarin toiminnan seuraamisesta oppimiseen, koska mestarin tekemiä valintoja on haastava päätellä yhä näkymättömämpiä toimintaprosesseja seuraamalla. Mestarin tulisi ulkoistaa tarkkaavaisuuden suuntaamisensa, havaintonsa, päättelynsä, vaihtoehdot ja valinnat myös riittävän yleisellä tasolla, jotta tilannesidonnaisista päätöksistä muodostuisi ehyt mielikuva. (Esiselvitys 2006.)

Haastavaa tässä on mestarin ajattelutapojen, ongelman lähestymistapojen (heuristiikat) ja tarkkaavaisuuden kohdentamisprosessin ulkoistaminen siten, että opiskelija oppisi näitä nk. metakognitiivisia taitoja (esim. oman toiminnan arviointi ja muutos). Lisäksi ongelma on se, miten opiskelija oppisi kehittämään käsitteellistä mallia toimintaa tukevaksi käyttöteoriaksi. Kokeneella asentajalla em. ominaisuudet ovat automatisoituneet pitkän kokemuksen myötä hiljaiseksi tiedoksi, jota on vaikea ulkoistaa sanoin. Lisäksi automatisoitunut toiminta on siirtynyt tasolle, jossa monet rutiinit toteutetaan ilman päätöksentekoprosessien tietoista kuormitusta. Näiden rutiinien vaatiman päätöksentekoprosessin ulkoistaminen on erittäin haastavaa. (Esiselvitys 2006.)

Päätöksentekijällä on päätöstilanteessa jokin tavoite, jonka hän pyrkii saavuttamaan. Hänellä on myös useampia ratkaisuvaihtoehtoja, joiden avulla hän voi koettaa realisoida tavoitettaan.

Ajattelun kannalta erityisen tärkeä ihmisen tiedonkäsittelyn eli kognition ominaisuus on sen valikoivuus. Todellisuus on loputtoman monimutkainen ja ihmisen tiedonkäsittely suhteellisen hidasta. Ihmisen on kyettävä erottamaan toisistaan oleellinen ja epäoleellinen, jotta hän ei käyttäisi resurssejaan epätarkoituksenmukaisesti. Ihmisen tiedonkäsittely on niin hidasta, että kaikkien vaihtoehtojen läpikäyminen ei yleensä johda mihinkään. Tehokas valikointi on välttämätöntä ja siitä tulee näin ihmisen ajattelun perustunto-merkki (Saariluoma 1990). Metsäkoneasentaja tekee valintoja suuresta määrästä informaatiota pyrkien vianratkaisutavoitteeseen. Tässä voidaan tunnistaa suuri määrä ”hiljaisena tietona” olevia automatisoituneita tarkkaavaisuuden suuntaamis- ja informaationprosesseja. Miten tämä päättelyketju etenee, on eräs asentajan hiljaisen tiedon keruun avainkysymys? (Saariluoma, P. 1990.)

4.7 Kokeneen metsäkoneasentajan hiljaisen tiedon muodostuminen

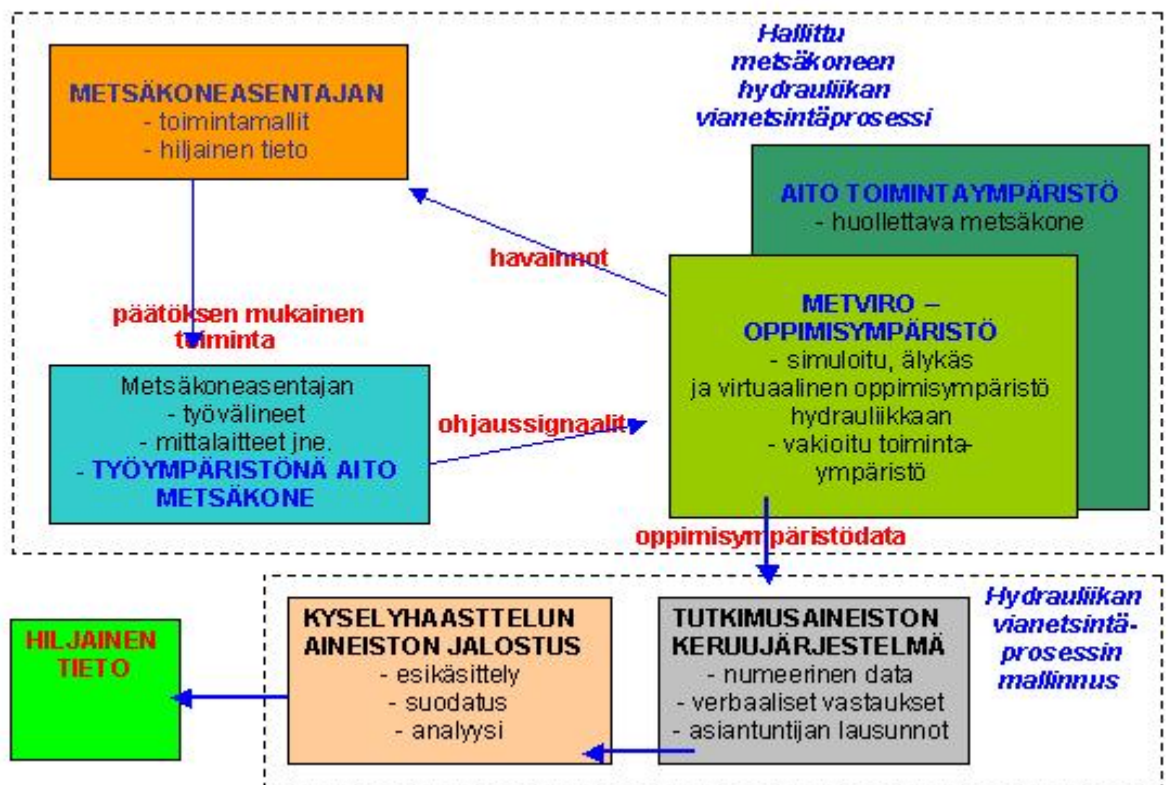
Kokemus on keskeinen hiljaisen tiedon käsite. Ruohotien (1996) mukaan hiljainen tieto on tietoa, joka sisältyy kokemuksiin. Se on henkilökohtaista, on juurtunut syvästi toimintaan ja on tiukasti sidoksissa sitoutumisen asteeseen. Hän jakaa piilevän, hiljaisen tiedon kahteen ulottuvuuteen. (Ruohotie, P. 1996.)

1. Kognitiivinen ulottuvuus auttaa meitä havaitsemaan ja määrittelemään maailmaa. Kyseinen piilevän tiedon ominaisuus pitää sisällään perinteitä, tuttuja ja yhteisesti hyväksytyjä havaitsemisen tapoja (paradigmoja), uskomuksia, oletuksia ja mentaalisia malleja.
2. Tiedon tekninen ulottuvuus muodostuu tilannekohtaisista taidoista ja tietämyksestä. Piilevän tiedon tekninen ulottuvuus saattaa olla kätevimmin ilmaistavissa kuin kognitiivinen ulottuvuus. Paradoksaalista on kuitenkin se, että juuri erityisen taitamistemme alueet siirtyvät automaatioina ja rutiineina tiedostamattomiksi so. piileviksi varannoiksi. Taidon aistimusta ja laatua ei voi koskaan pukea sanoiksi ja kuitenkin tosiasia on, että taito on tietoinen. (Ruohotie, P. 1993., s. 13)

Hiljainen tieto on vahvasti henkilökohtaista. Sitä on vaikea kuvata tai esittää formaalilla tavalla. Siihen liittyy vahvasti heuristiikat (peukalosäännöt), tilanteen lähestymistavat ja tiedostamattomat arvot. Pitkän kokemuksen omaava asiantuntija osaa ratkaista monimutkaisia ongelmia nopeammin ja tehokkaammin kuin muut. Ekspertin osaaminen ei ole vain suuri ja älykäs tietovarasto täynnä informaatiota. Ekspertit osaavat hyödyntää informaatiota monimutkaisten ongelmien lähestymisessä ja ratkaisumalleissa. Asiantuntijan virtuoosimainen tie-

totaito aloittelijaan verrattuna on selkeimmin havaittavissa päätöksenteon ja päätösten laadussa. (Awad ja Ghazir 2001).

Pekka Ranta (Ranta, P. 2003.) on laatinut kuvassa 6. esitetyn tutkimusprosessin jäsenyydestä olevan kaaviokuvan, jota olen mukaillut kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä haastattelu/kyselytutkimukseen soveltuvaksi:



Kuva 6. Tutkimusprosessin kuvaus kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä haastattelu/kyselytutkimuksessa (mukaillen, vrt. Ranta, P. 2003., Metsäkone-simulaattoripohjaisen opiskelun viitekehys)

Hiljaista tietoa voidaan kerätä usealla eri menetelmällä. Perinteisesti haastattelut, toiminnan seuranta, oman toiminnan arviointi ja ratkaisuvaihtoehtojen ulkoistaminen ovat olleet paljon käytettyjä. Koneen käyttöliittymän ja hallintalaitteiden prosessi-informaatiota hyödynnettiin Metsäkonesimulaatio-opetuksen tuotteistamisprojektissa. Kuljettajan automatisoituneet päätökset välittyvät käyttöliittymän välityksellä toimintaan ja tätä prosessia analysoimalla on mahdollisuus päästä hiljaisen tiedon todelliselle lähteelle.

Asentajat hyödyntävät koneiden diagnosoivia järjestelmiä vianhaussa. Tässä voisi olla eräs mahdollisuus, jos tietoliikenneväylän liikennettä voidaan nauhoittaa. Tämä antaa vain osan tiedon tarpeesta. Tämä mahdollisuus kannattaa tarkistaa.

Asentajan pitää ulkoistaa ajattelunsa sanallisesti, joka dokumentoidaan. Haastavaa tässä on se, että miten asentajaa ohjeistetaan. Lisäksi hankalien ongelmien kohdalla päättelyn ulkoistamiseen ei riitä kognitiivisia resursseja. Eräs vaihtoehto on hyödyntää kokeneita tuotetuen (puhelin) edustajia, jotka ovat tottuneet kuulemaan vikakuvauksia ja heidän tulee päätellä varsin puutteellisenkin informaation perusteella vikatilanne. Tämä edellyttää hyvin määritellyä dokumenttikehystä, joka tukee analyysia.

Eräs mielenkiintoinen vaihtoehto on antaa kokeneiden asentajien ratkaista tehtäväkuvauksia ilman ohjausta ja ulkoistaa ajatteluaan kehitettyjen välineiden avulla. Näistä voidaan analysoida mielekkäitä päätöspolkuja. Lisäksi tämä tarjoaisi mahdollisuuden kehittää älykästä tutorointijärjestelmää edelleen. Näitä kokeneiden asentajien malleja voidaan hyödyntää myös opetuksessa. Tämä edellyttää kuitenkin aihepiirin huolellista kartoitusta ja kokeneiden asentajien ennakkokomentointia, jotta tilanteet vastaisivat aitoja tilanteita. Tässä on ongelmana myös vian rajaus. Hyvin yleiseltä tasolta lähtevä vianetsintä edellyttää kokonaisjärjestelmän simulointia, johon tässä projektissa ei pyritä.

5 TUTKIMUSMENETELMÄ

5.1 Tutkimusongelma

Edellä mainitussa MetViro – oppimisympäristössä hyödynnetään kokeneen metsäkoneasentajan toimintamalleja ja hänelle syntynyttä hiljaista tietoa hydraulikan vian etsinnässä, paikallistamisessa ja vian korjaamisessa sekä metsäkoneen toimintakuntoon saattamisessa. MetViro – oppimisympäristö tarvitsee avukseen älykästä tutorointijärjestelmää, joka antaa toimivia ja ohjaavia metsäkoneasentajan toimintamalleja sekä hänen käytännön työssään vuosien aikana syntynyttä hiljaista tietoa. Nämä auttavat oppimisympäristössä opiskelevaa opiskelijaa pääsemään eteenpäin opettajan antamissa oppimistehtävissä.

Mistä ja miten saadaan kokeneen metsäkoneasentajan oikeita toimintamalleja ja hiljaista tietoa? Tämän opinnäytetyön tehtävänä on kerätä osaavien, ammattitaitoisten metsäkoneasentajien toimintamalleja ja kerätä asentajille kertynyttä hiljaista tietoa, palvelemaan oppimisympäristössä opiskelevia nuoria asentajaoppilaita sekä myös antamaan kokeneille asentajille tukea käytännön vianetsinnässä.

Tässä opinnäytetyössä kartoitin metsäkoneasentajan toimintamalleja ja hiljaista tietoa käytännön metsäkoneasentajilta. Metsäkoneasentajia on Suomessa useita satoja ja globaalisesti useita tuhansia. Lisäksi muutkin raskaskoneasentajat maarakennuskoneilla sekä teollisuudessa ovat koneasentajat työskentelevät samojen ongelmien kanssa. Edellä mainitut asentajat työskentelevät mekaanisten, hydraulisten, sähköisten ja erilaisten automaatiolaitteiden kanssa. Rajataan tutkimus XXX Suomen sopimushuolloissa oleviin metsäkoneasentajiin.

5.2 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyössä olevaa tutkimusongelmaa eli ”**Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäytäytyminen vianetsinnässä**” lähestytään kvalitatiivisen haastattelututkimuksen avulla. Haastatteleamalla asiantuntijoita, kokeneita XXX Suomen sopimushuolloissa työskenteleviä metsäkoneasentajia ja heiltä pyritään selvittämään toimintamalleja vianetsintään ja vuosien käytännön työn kautta syntynyttä hiljaista tietoa. Haastattelut suoritetaan avoimena keskuste-

luna Taivalkosken metsäkonekoululla XXX - koneiden huollon yhteydessä ja muille XXX Suomen sopimushuollon asentajille Internetin kautta suoritettavalla kyselyllä.

5.2.1 Kvalitatiivinen toimintatutkimus

Laadullinen analyysi on jossain suhteessa erilaista. Siinä aineistoa tarkastellaan usein kokonaisuutena; sen ajatellaan valottavan jonkin singulaariseksi ymmärretyn sisäisesti loogisen kokonaisuuden rakennetta. (Alasuutari 1999, 38.)

Kvalitatiivinen analyysi vaatii tilastollisesta tutkimuksesta poikkeavaa absoluuttisuutta. Kaikki luotettavina pidetyt ja selvitettävään kuvioon tai mysteeriin kuuluviksi katsotut seikat tulee kyetä selvittämään siten, että ne eivät ole ristiriidassa esitetyn tulkinnan kanssa. (Alasuutari 1999, 38.)

Toisin kuin tilastollisessa analyysissä, laadullisessa analyysissä eivät siis johtolangoiksi kelpaa tilastolliset todennäköisyydet (Alasuutari 1999, 38).

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkimusyksiköiden suuri joukko ja tilastollinen argumentaatiotapa ei ole tarpeen tai mahdollinen (Alasuutari 1999, 39).

Laadullinen analyysi koostuu kahdesta vaiheesta, havaintojen pelkistämisestä ja arvoituksen ratkaisemisesta. Tällaisen analyysin voi tehdä vain analyttisesti; käytännössä ne nivoutuvat aina toisiinsa. (Alasuutari 1999, 39.)

Tutkimuksessa haastateltavien ja Internetin kautta suoritettavan kyselyn kautta olevien henkilöiden määrä on pieni. XXX Suomen sopimushuolloissa on vain n. 35 metsäkoneasentajaa. Tästä johtuen kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä ei ole käytettävissä tässä tutkimuksessa.

5.2.2 Tutkimukseen osallistujat

Sopimushuolloissa on noin 35 metsäkoneasentajaa. Heistä on kiinteästi sopimushuoltopisteissä töissä 15 henkilöä ja loput ovat maastossa kiertäviä metsäkoneasentajia.

6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

6.1 Toimintatutkimuksen tekeminen haastatteluna

Tutkimus suoritettiin XXX metsäkoneasentajille. Haastattelu suoritettiin Taivalkosken metsäoppilaitoksella kolmelle (3) metsäkoneasentajille heidän suorittaessaan koulun XXX – koneille huoltoja ja korjauksia.

Haastattelut olivat tyypiltään avoimia keskustelevia haastatteluja, jossa ei ollut tiukkaa runkoa. Keskustelun aikana haastateltaville pyrittiin tekemään tarkentavia kysymyksiä, kuitenkin ohjaamatta haastattelua. Haastattelujen kesto oli tunnista kahteen tuntia, vastaukset kirjattiin käsin kysymyslomakkeelle.

Haastattelut suoritettiin avoimena keskusteluna. Analyysia varten tarvittiin kuitenkin yhteinen runko, jota jokaisessa keskustelussa noudatettiin. Runko keskusteluille saatiin Internetin kautta tapahtuneiden kyselytutkimuksen kysymysten pohjalta. Näiden tueksi tarvittiin yksinkertaiset, miten – miksi kysymysparit. Näiden kysymysten tehtävänä on saada metsäkoneasentaja kuvailemaan, miten hän käytännön vianhakutoiminnoissa tekee. Kun asentaja kuvailee käytännön vianhakumenetelmiä, kertoo hän samalla omaksumaansa hiljaista tietoa.

6.2 Toimintatutkimuksen tekeminen kyselynä Internetin kautta

Muille XXX Suomen sopimushuollon metsäkoneasentajille suoritettiin tutkimus Internetin kautta. Kysymykset on laadittu aikaisemmin metsäkoneasentajille suoritettujen kyselylomakkeiden pohjalta. Lisäksi käytin omaa materiaalia, jota tuli opettajan työelämäjaksolta. Siinä yhteydessä tuotin tehtäväkuvauksia ja toimintamalleja MetViro – oppimisympäristöön. Kysymykset ja niihin liittyvät kuvat sijoitin Kuntayhtymällä olevaan Webropol – ohjelmaan. Kyseisellä ohjelmalla voidaan selvittää Internetin kautta olevia vastauksia. Ohjelman raportointiosion avulla voidaan selvittää annettujen vastauksien tuloksia. Ristiintaulukoinnilla voidaan kysymyksiä selvittää asioiden kytkeytymistä toisiinsa.

Otin yhteyttä kirjeitse ja sähköpostitse XXX Suomen sopimushuollon metsäkoneasentajiin. Siinä selvitin kyselytutkimuksen tarkoituksen ja tavoitteen. Lisäksi ilmoitin heille www-osoitteen missä voi vasta kyselyyn.

Vastauksia tuli viisitoista (15, n=15). Metsäkoneasentajia kyseisessä organisaatiossa on 35 henkilöä. Vastauksia kaikkiaan saatiin 18 asentajalta. Vastausprosentiksi sain 51,4 %. Se on kohtalaisen hyvä, koska tänä päivänä metsäkoneasentajat ovat hyvin kiireisiä. Monesti työpäivät liikkuvilla asentajilla on 10 -14 tuntia päivässä matkoineen ja lisäksi työt kutsuvat jopa viikonloppuisin. Metsäkoneiden on toimittava 16 -20 tuntia vuorokaudessa. Näin eivät viikonlopputyötkään ole erikoisia, koska puuta on oltava ”tienvarressa” metsäyhtiöiden logistikan toimimisen takia.

Henkilökohtaisissa haastatteluissa sekä Internetin kautta suoritetulla kyselytutkimuksessa kysymykset olivat samat. Ainakin samoihin asioihin toivottiin vastauksia saatavan.

7 TUTKIMUSTULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

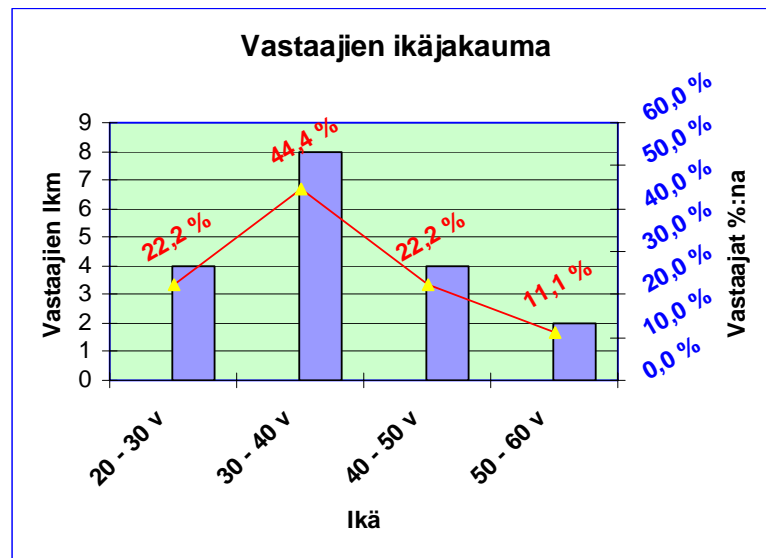
Kvalitatiivisen toimintatutkimuksen suoritin kevään 2007 aikana.

Haastattelu-/kyselytutkimuksen tutkittavien määrä oli kaikkiaan 18 (n=18) henkilö, joista kolme (3, n=3) oli henkilökohtaisessa haastattelussa ja loput viisitoista (15, n=15) antoivat vastaukset Internetin kautta suoritetulla kyselyllä.

Tutkimustulosten esittelyn ja johtopäätökset teen kysymysten ryhmittelyn perusteella.

7.1 Haastateltavien taustatiedot (Kysymykset 2 -8)

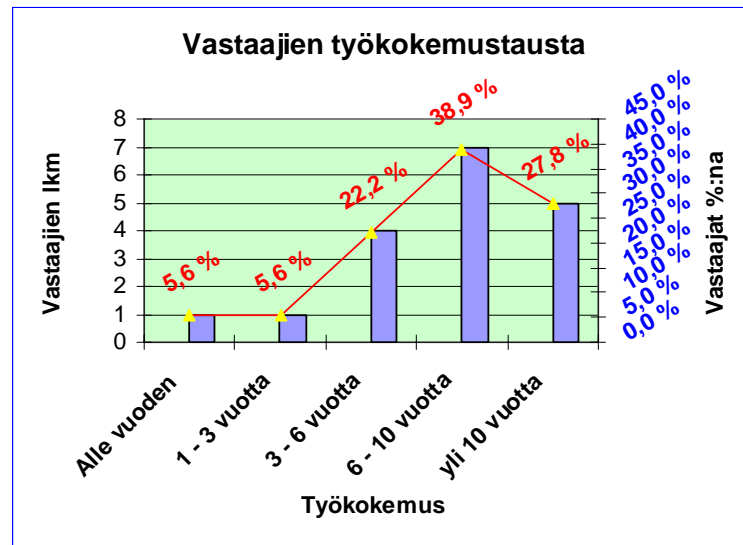
Kysymys 2. Vastaajien ikäjakauma



Kuva 7. Vastaajien ikäjakauma.

Vastaajien ikäjakauma näyttää kokonaisuudessaan hyvältä. Jakauma painottuu keski-ikään. XXX Suomen sopimushuoltamoiden metsäkoneasentajien keski-ikä on hyvä. Asentajat ovat keski-ikänsä 40 –vuoden ikäisiä. Se on hyvä, kun ajatellaan asentajien uusien asioiden oppimista. Samalla pitää huomioida vanhemmilla asentajilla oleva hiljainen tieto ja sen kerääminen sekä sen saaminen nuorempien asentajien tietoon.

Kysymys 3. Vastaajien työkokemus



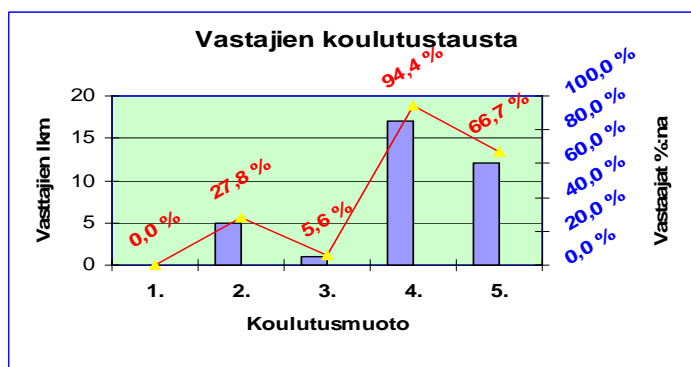
Kuva 8. Vastaajien työkokemus.

Työkokemus painottuu vastaajilla lähemmäs 10 vuotta. Se on osaamisen kannalta erinomainen asia ja samalla kertoo metsäkoneasentajien viihtyvän työssään, vaikka työ on hyvin vaativaa, monesti hankalaa ja haastavaa ulkoisissa maasto-olosuhteissa toteutettuna.

Kysymys 4. Vastaajien työnantajatausta

Haastattelu-/kyselytutkimus suoritettiin opinnäytetyön rajauksella vain XXX Suomen sopimushuolloissa toimiville metsäkoneasentajille. Kaikki vastaajat luonnollisesti ilmoittivat metsäkonemerkin olevan XXX.

Kysymys 5. Vastaajien koulutustausta



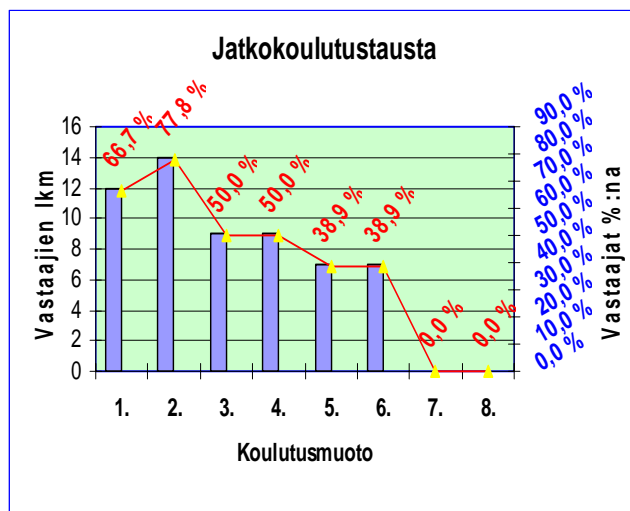
5. Oletko saanut metsäkoneasentajan työhösi koulutusta? Vastaa ruksilla vaihtoehtoihin, voi olla useita vastauksia?

1. En ole saanut ollenkaan
2. Oppinut työt käytännön töissä
3. Oppisopimuskoulutuksella
4. Metsäkoneasentajakoul. 1-2 v.
5. Merkkikohtaisessa koulutus

Kuva 9. Vastaajien koulutustausta.

Kaikilla vastaajilla on hyvä ammatillinen koulutus taustalla. Lähes kaikki ovat suorittaneet metsäkoneasentajakoulutuksen (17/18) ja osallistuneet metsäkonevalmistajien merkkikohtaisen koulutukseen (12/18). Lisäksi osa heistä (5/18) ilmoitti oppineensa työt käytännön kautta. Kaikki ovat oppineet työnsä kautta lisää, koska heillä kaikilla on useamman vuoden työkokemus. Oliko tässä kysymyksessä asettelu oikein? Mittasiko vastaukset haluttua asiaa?

Kysymys 6. Vastaajien saama jatkokoulutus



6. Oletko saanut metsäkoneasentajan työhösi jatkokoulutusta, kursseja? Vastaa ruksilla vaihtoehtoihin, voi olla useitakin vastauksia!

1. Konevalmistajan koulutusta
2. Metsäoppilaitoksen koulutusta
3. Koulutusta sähkölaitteisiin
4. Koulutusta hydraulikkaan
5. Koulutusta mittalaitteeseen
6. Suorittanut autonasentajakoulutus
7. Jokin muu koulutus
8. Suorittanut AMK – tutkinnon tms.

Kuva 10. Vastaajien saama jatkokoulutus.

Yli puolet vastanneista oli saanut jatkokoulutusta metsäkonevalmistajilta ja metsäkonekoululuista. Yli puolet oli saanut jatkokoulutusta sähkö-, hydraulikka- ja mittalaitteeseen. Lisäksi n. 40 % oli saanut metsäkoneen rakenteeseen ja hitsaukseen liittyvää jatkokoulutusta.

Kysymys 7. Vastaajien lisäkoulutuksen tarve



7. Millaista lisäkoulutusta tarvitset metsäkoneen vianetsintään?

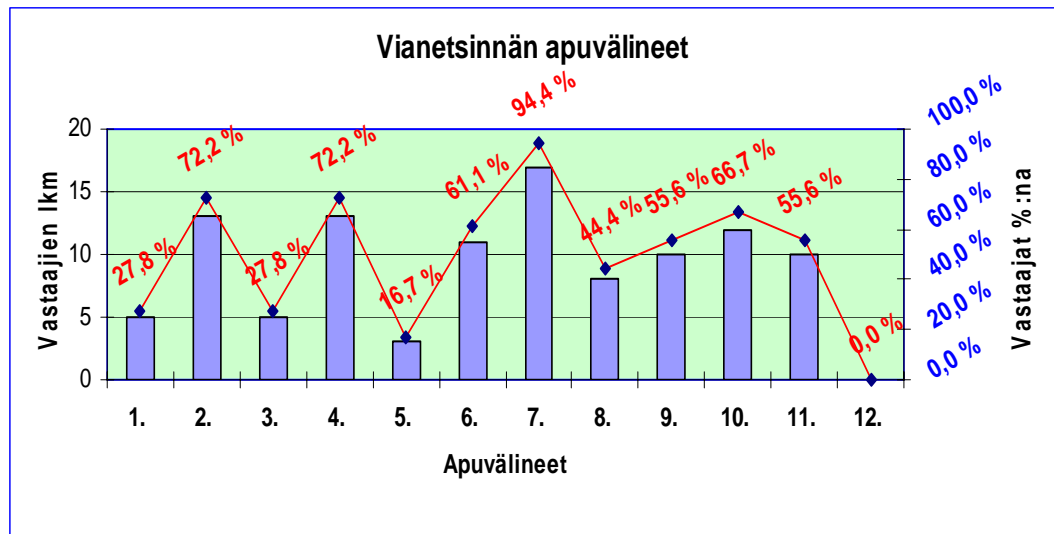
1. Sähkölaitetekoulutusta
2. Hydraulikkakoulutusta
3. Mittalaitetekoulutusta
4. Vianetsintäkoulutusta
5. Vianhaun mittalaitteiden koulutus
6. Tietotekniikkakoulutusta
7. Itsediagnostoivien laitteiden koulutus

Kuva 11. Vastaajien lisäkoulutustarve

Haastatelluista metsäkoneasentajista 70 -100 % halusi lisää koulutusta mittalaitteisiin, itse-diagnostoiviin laitteisiin ja vianetsinnässä käytettäviin mittalaitteisiin. Vianetsintään, sähkö-laitteisiin, hydraulikkaan ja tietotekniikkaan lisäkoulutuksen tarve on 20 – 40 %:lla.

Kysymys 8. Vastaajien käyttämät mitta- ja apuvälineet vianetsinnässä

Haastatelluilla metsäkoneasentajilla on hyvät ja nykyaikaiset mittaus- apuvälineet vianhakuun ja huolto- sekä korjaustoimintaan. Yli puolella vastaajista oli nykyaikaisia, tallentavilla toiminnoilla varustettuja digitaalisia mittausvälineitä sähköisten, hydraulisten ja graafisten data-arvojen tarkasteluun ja tallentamiseen. Myöhemmin tapahtuvissa huolto- ja korjaustoiminnassa tarvitaan vanhaa mittausdataa, jotta voitaisiin vertailla sitä nykytilaan. Kuvassa 12 tarkemmin asiasta.



8. Millaisia vianetsinnän apuvälineitä Teillä on käytössä ?

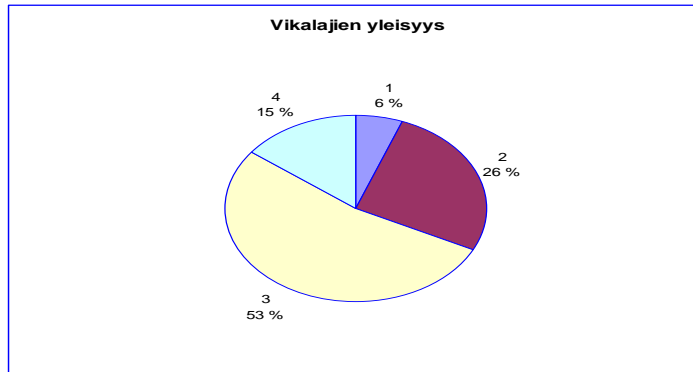
1. Paine mittareita
2. Digitaalisia painemittareita
3. Yleismittareita sähköisten arvojen mittaukseen
4. Digitaalisia sähkömittareita, muistilla, erilaisilla ohjelmilla varustettuna
5. Kannettava tietokone
6. Kannettava tietokone erilaisilla mittausohjelmilla varustettuna
7. Virtausmittareita
8. Lämpötilamittareita
9. Kosketuksettomia lämpömittareita
10. Koestuskyniä, mm. magneettikentän toteamiseen
11. Konevalmistajien diagnostoivia mittavälineitä, mm. sähköisten, hydraulisten, lämpötila tietojen käsittelyyn
12. Muita apuvälineitä

Kuva 12. Vastaajien käytössä olevat mitta- ja apuvälineet vianetsinnässä

Haastateltavat metsäkoneasentajat olivat keski-ikäisiä. Vastaajien keski-ikä oli hieman alle 40 vuotta. Metsäkoneasentajien työkokemus painottui 6 – 10 vuoden väliin ja he edustivat XXX Suomen sopimushuoltopisteitä. Kaikki olivat saaneet työtehtäväänsä koulutuksen metsäkonekouluihin ja merkkipaikoittaisissa koulutuksissa. Lisäksi he olivat osallistuneet hydraulikan, sähkölaitteiden ja mittalaitteiden koulutuksiin. He näkivät lisäkoulutustarpeensa liittyvän vianetsintään yleensä, vianetsinnän mittalaitteiden ja itsediagnostoivien sekä vianetsinnän etävalvontaan soveltuvia koulutuksia. Metsäkoneasentajilla on nykyisin hyvät vianetsintään liittyvät digitaaliset ja tallentavat mittalaitteet hydraulisten ja sähköisten suureiden mittaamiseen.

7.2 Mitkä viat esiintyvät useasti, millaisia vikoja (Kysymykset 9 - 16)

Kysymys 9. Mitkä ovat yleisimpiä vikoja, jotka vaikuttavat metsäkoneen toimintaan?



9. Mitkä ovat yleisimpiä vikoja, jotka vaikuttavat metsäkoneen toimintaan?

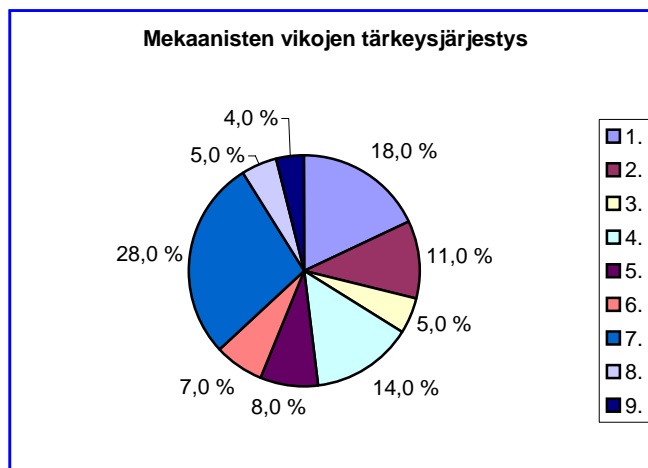
Vian laatu:

1. Mekaaniset viat
2. Hydrauliset viat
3. Sähköiset viat
4. Mittalaitteen asetusviat

Kuva 13. Yleisimmät viat metsäkoneissa

Sähköisiin, hydraulisiin ja mittalaitteissa olevat viat, edellä olevassa järjestyksessä, antavat suuntaviivoja vianrajauksessa. Tämä pitää huomioida oppimisympäristössä. Oppimisympäristön vianetsinnän opetuksessa pitää keskittyä sähköisiin ja hydraulisiin ongelmakohtiin, vaikka oppimisympäristön tarkoituksena on hydrauliiikan opetus ja sen vianetsintä.

Kysymys 10. Mitkä ovat yleisimpiä mekaanisia vikoja, jotka vaikuttavat hydrauliiikkajärjestelmän toimintaan?



10. Mitkä ovat yleisimpiä mekaanisia vikoja, jotka vaikuttavat hydrauliikkajärjestelmän toimintaan?

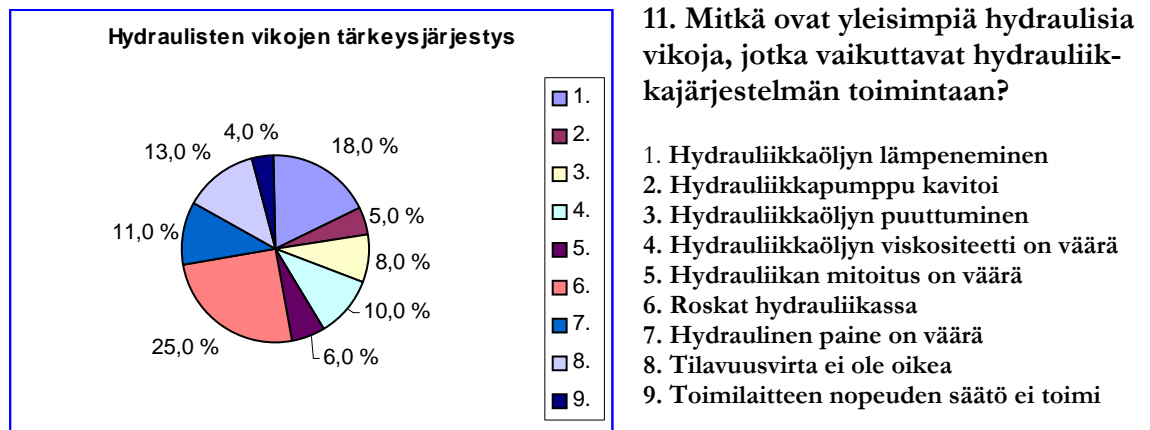
1. Hydrauliikkakomponentin mek. vika
2. Hydrauliiikkaletku vuotaa, irti, poikki
3. Tiivistevuodot
4. Roskat hydrauliikkassa
5. Hydrauliikkakomponenttien vuodot
6. Keskitysrousien kuoleutuminen
7. Hydrauliiikkaöljyn lämpeneminen
8. Suuntaventtiilikarojen takertelu
9. Muu vika

Kuva 14. Mekaanisten vikojen tärkeysjärjestys.

Hydrauliikkaöljyn lämpeneminen (28 %), hydrauliikkakomponenttien mekaaniset viat (18 %) ja roskat hydrauliikassa (14 %) aiheuttavat eniten mekaanisia vikoja hydrauliikkajärjestelmään.

Edellä olevasta kuvasta saadaan suuntaviivoja mekaanisten vikojen yleisyyteen ja niiden vianetsintään. Kysymyksen vaihtoehdot 1 – 4 ja 7 on tässä asetettu mekaaniseksi viaksi, ne ovat myös hydraulisia vikoja.

Kysymys 11. Mitkä ovat yleisimpiä hydraulisia vikoja, jotka vaikuttavat hydrauliikkajärjestelmän toimintaan?



Kuva 15. Hydraulisten vikojen tärkeysjärjestys.

Hydraulisisissa vioissa roskat hydrauliikassa (25 %), öljyn lämpeneminen (18 %), öljyn tilavuusvirta (13 %) näyttävät aiheuttavan eniten vikoja. Niihin pitää kehittää myös ratkaisut oppimisympäristön vianhaussa.

Kysymys 12. Mitkä ovat yleisimpiä sähköisiä vikoja, jotka vaikuttavat hydraulikkajärjestelmän toimintaan?



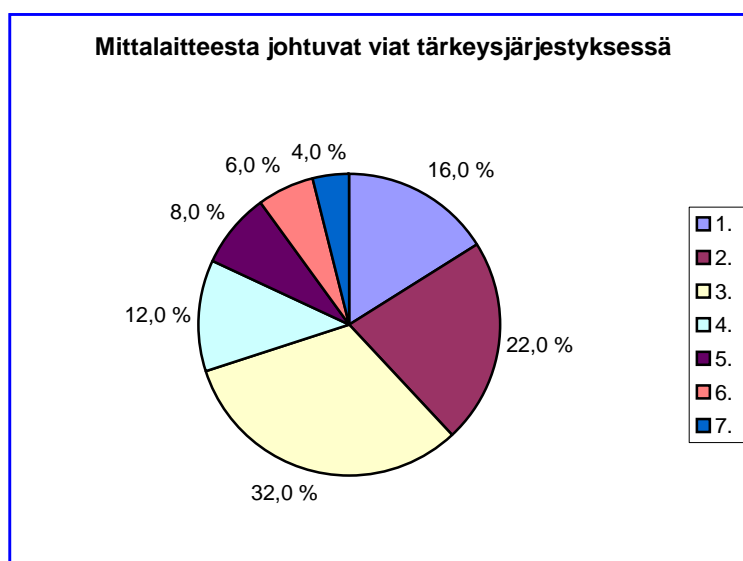
12. Mitkä ovat yleisimpiä sähköisiä vikoja, jotka vaikuttavat hydraulikkajärjestelmän toimintaan?

1. Anturivika pulssianturissa
2. Anturivika induktiivisessa anturissa
3. Anturivika kapasitiivisessa anturissa
4. Virta (mA) esiohjausvent. ei ole oikea
5. Sähkökaapelivikoja
6. Jännite (V) esiohjausvent. ei ole oikea
7. Sähköisten komponenttien viat
8. Sähköjohdin irronnut liittimestä
9. Huono kontakti liittimissä, hapettuminen

Kuva 16. Sähköisten vikojen tärkeysjärjestys.

Sähköisissä vioissa eniten häiriöitä aiheuttavat sähköiset komponentit (26 %), erilaiset anturiviat (10 – 15 %) ja kaapeliviat (12 %). Varsinaisesti oppimisympäristössä paneudutaan hydraulisiin vikoihin. Tämä tuo oppimisympäristöön laajentumistarpeita sähkö-, mittalaitte- ja mekaanisiin vikamahdollisuuksien etsintään ja niiden korjaamiseen.

Kysymys 13. Mitkä ovat yleisimpiä mittalaitteesta johtuvia vikoja, jotka vaikuttavat hydraulikkajärjestelmän toimintaan?



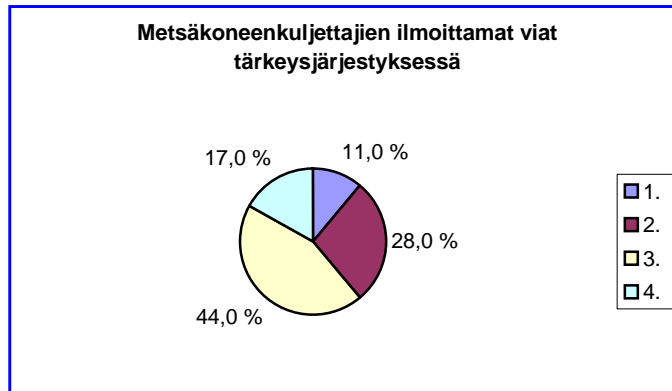
13. Mitkä ovat yleisimpiä mittalaitteesta johtuvia vikoja, jotka vaikuttavat hydraulikkajärjestelmän toimintaan?

1. Ruksit valikoissa väärissä paikoissa
2. Apti - asetukset väärin
3. Hintalistat ovat väärin aseteltu
4. Päivitykset eivät ole ajan tasalla
5. Ohjelmistovirheet sovelluksissa
6. Tietokoneissa, solmuissa vikoja
7. CAN- tai vastaavan väyläviat

Kuva 17. Mittalaitteesta johtuvat viat tärkeysjärjestyksessä.

Mittalaitteen aiheuttamat keskeisimmät viat ovat aptin eli mitta- ja laatuvaatimusten, hintalistojen ja katkontaohjelman laatimisessa. Samoin ruksit väärissä paikoissa aiheuttavat toimintahäiriöitä.

Kysymys 14. Millaisissa vioissa metsäkonekuljettajan puutteelliset tai väärä ymmärrys haittaa oikein ratkaisun löytymistä ?



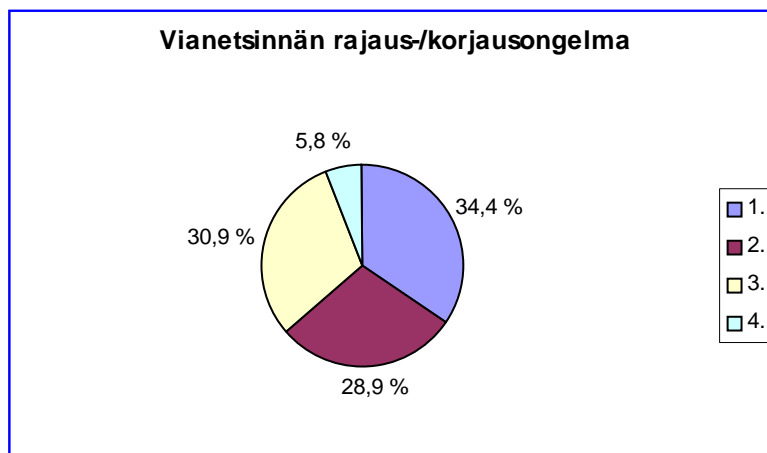
14. Millaisissa vioissa metsäkonekuljettajan puutteelliset tai väärä ymmärrys haittaa oikein ratkaisun löytymistä ?

1. Mekaaniset viat
2. Hydrauliset viat
3. Sähköiset viat
4. Mittalaitteen asetuksissa vika

Kuva 18. Metsäkoneenkuljettajien ilmoittamat viat tärkeysjärjestyksessä.

Metsäkoneenkuljettajilta saadut vikailmoitukset vastaavat täysin samoja kuin metsäkoneasentajan ilmoittavat vikojen esiintymisjärjestys. Tämä tukee oppimisympäristön rakentamista yleensä ja myös metsäkoneenkuljettajakoulutuksen käyttöön.

Kysymys 15. Minkä vuoksi em. vikoja ei osata paikallistaa ja korjata?



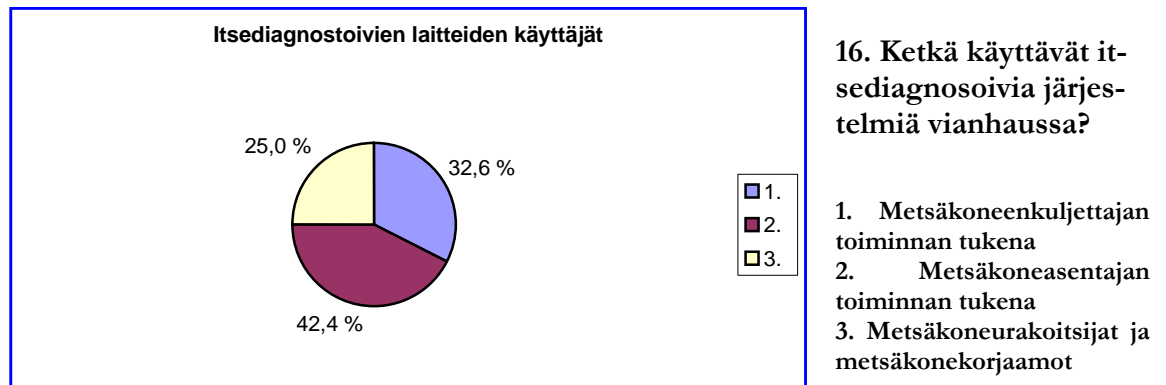
15. Minkä vuoksi em. vikoja ei osata paikallistaa ja korjata?

1. Rajata oikein vikamahdollisuuksia pois
2. Valita perusteltuja menetelmiä vianhakuun
3. Korjata oikein tai korjaus jää vaillinaiseksi
4. En osaa sanoa

Kuva 19. Vianetsinnän rajaus- ja /tai korjausongelma.

Oppimisympäristön kehityksessä tutorointijärjestelmän pitää tukea oppijaa edellä mainittujen vikojen etsinnässä tuossa järjestyksessä. Myös oppimisympäristön toiminnassa tuo järjestys pitää huomioida.

Kysymys 16. Ketkä käyttävät itsediagnostoivia järjestelmiä vianhaussa?



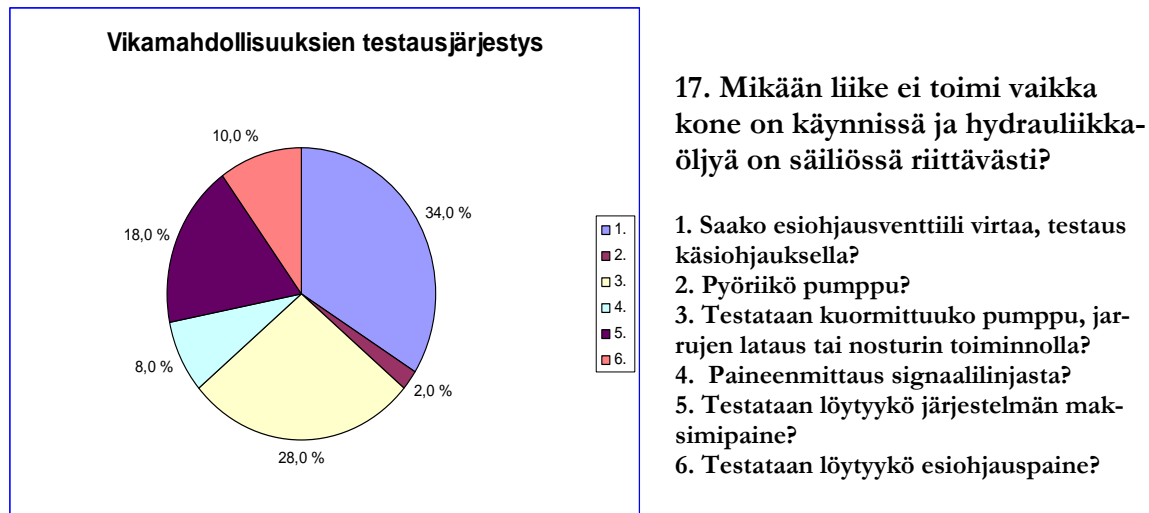
Kuva 20. Itsediagnostoivien laitteiden käyttäjät vianetsinnässä.

On luonnollista, että itse metsäkoneasentajat käyttävät itsediagnostoivia laitteita eniten. Mutta myös metsäkoneenkuljettajat ovat oppineet käyttämään niitä muiden henkilöiden, lähinnä urakoitsija, kanssa. Konevalmistajien koulutus uudesta koneesta ja sen sisältämien toimintamahdollisuuksien esittely on tuottanut hedelmää.

Haastateltavat metsäkoneasentajat ilmoittivat sähköiset viat yleisimmäksi (53 %), hydrauliset (26 %) toiseksi eniten, mittalaitteasetusviat (15 %) kolmanneksi yleisimmäksi ja mekaaniset (6 %) viat neljänneksi yleisimmäksi viaksi. Mekaanisista vioista hydraulikkaöljyn lämpeneminen (28 %) edusti suurinta vikamahdollisuutta. Hydraulisista vioista epäpuhtaudet (25 %) tuottivat eniten häiriöitä. Sähköiset komponentit (26 %) (mm. erilaiset anturit) tuottivat eniten vikoja sähköisistä vioista. Mittalaitteen vioista eniten muodostui aptin (22 %), hintalistojen (32 %) ja ruksit väärissä paikoissa (16 %) asetuksista. Metsäkoneenkuljettajat ilmoittivat metsäkoneasentajille yleisimmäksi viaksi sähköiset viat (44 %), toiseksi hydrauliset (28 %), kolmanneksi mittalaitte (17 %) ja neljänneksi yleisimmäksi mekaaniset viat. Vianetsinnän paikallistamisessa ja korjauksessa tuotti eniten vaikeuksia metsäkoneenkuljettajilla vianrajaus (42,4 %), vian korjauksen onnistuminen (30,9 %) ja kolmanneksi vaikeimmaksi valita perusteltu menetelmä vianetsintään. Itsediagnostoivia vianetsintäohjelmia käyttävät eniten metsäkoneasentajat (42,4 %), metsäkoneenkuljettajat (32,6 %) ja urakoitsijoiden sekä metsäkonekorjaamot (25,0 %).

7.3 Muutamien vikojen rajaaminen, paikallistaminen ja niiden korjausehdotuksia (Kysymykset 17 - 18)

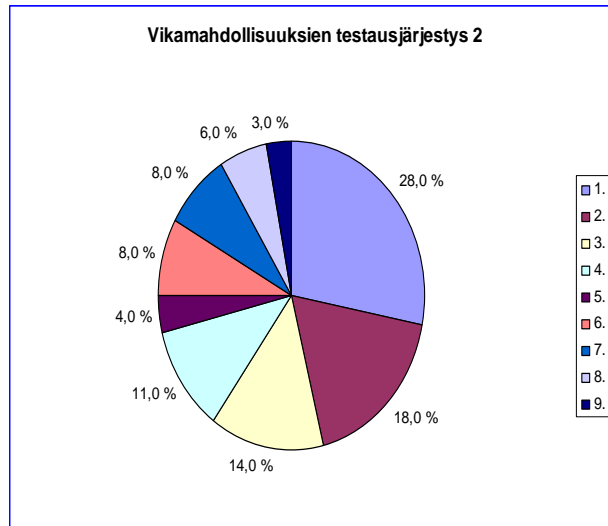
Kysymys 17. Mikään liike ei toimi vaikka kone on käynnissä ja hydraulikkaöljyä on säiliössä riittävästi? Aseta tärkeysjärjestykseen vikamahdollisuudet.



Kuva 21. Vikamahdollisuuksien testausjärjestys.

Vastaajien mielestä tärkein vianhaun rajauksessa on esiohjausventtiilin virran saanti, toisena vaihtoehtona on pumpun ”kulmille” meno kuormain- tai jarruhydrauliikan kokeilun avulla. Seuraavina tulevat pää-, esiohjaus- ja signaalipaineen tarkistus ja viimeisenä pumpun pyörimisen tarkistus. Tässä on hyvä tehtäväkuvaus oppimisympäristöön, vianhaun rajaukseen ja paikallistamiseen.

Kysymys 18. Kuormain liikkuu suhteellisen normaalisti, mutta ei saavuta maksimi tehoa varsinkaan öljyjen lämmitessä. Aseta tärkeysjärjestykseen vikamahdollisuudet.



18. Kuormain liikkuu suhteellisen normaalisti, mutta ei saavuta maksimi tehoa varsinkaan öljyjen lämmitessä.

1. Saako esiohjausventtiili tarpeeksi virtaa?
2. Testataan kuormittuuko pumppu toiminoilla?
3. Paineen mittaus, pääpainelinjasta?
4. Testataan löytyykö järjestelmän kevennyspaine?
5. LS - paineen mittaus, osakuormapaineita?
6. LS linjan paine eri toimilaitteilla erikseen?
7. Esiohjauspaine ilman liikettä ja liikkeellä?
8. Pumpun painesäätimen testaus, tarkastus?
9. Pumpun testaus, kulmansäätö, ohivuoto?
10. Pääpaine varon tarkastus, ohivuoto?

Kuva 22. Vikamahdollisuuksien testausjärjestys 2.

Tämä kysymys antaa hyvää kuvaa vianetsinnän käytännön tilanteesta. Sähköpuoli kannattaa tarkistaa ensin, sitten pumpun ”kulmille” menon tarkistus, seuraavaksi kevennys-, pää- ja LS - linjan paineiden tarkistus ja viimeisenä paineenrajoitusventtiilien ja pumpun sisäinen tarkistus. Tässä on sitä hiljaista tietoa mukana.

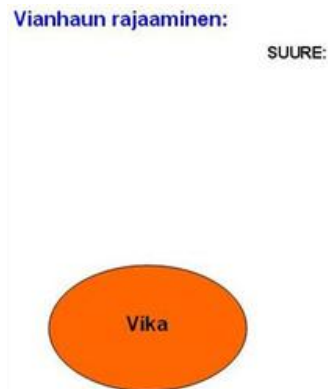
Kysyttäessä vianetsinnän tärkeysjärjestystä toimilaitteen toimimattomuudessa ilmeni, että ensimmäisenä vaihtoehtona tarkastetaan sähköinen ohjaus hydraulikkaan. Toisena tärkeysjärjestyksessä tarkistetaan pumpun ”kulmille meno” ja kolmannessa vaiheessa tarkistetaan hydrauliset paineet.

Kysyttäessä vianetsinnän tärkeysjärjestystä toimilaitteen tehottomuutta varsinkin hydraulikkaöljyjen lämmitessä tärkeimmäksi vian tarkistuskohteeksi tuli sähköisen ohjauksen tarkistus ja seuraavina kohteina on hydraulisten paineiden tarkastus.

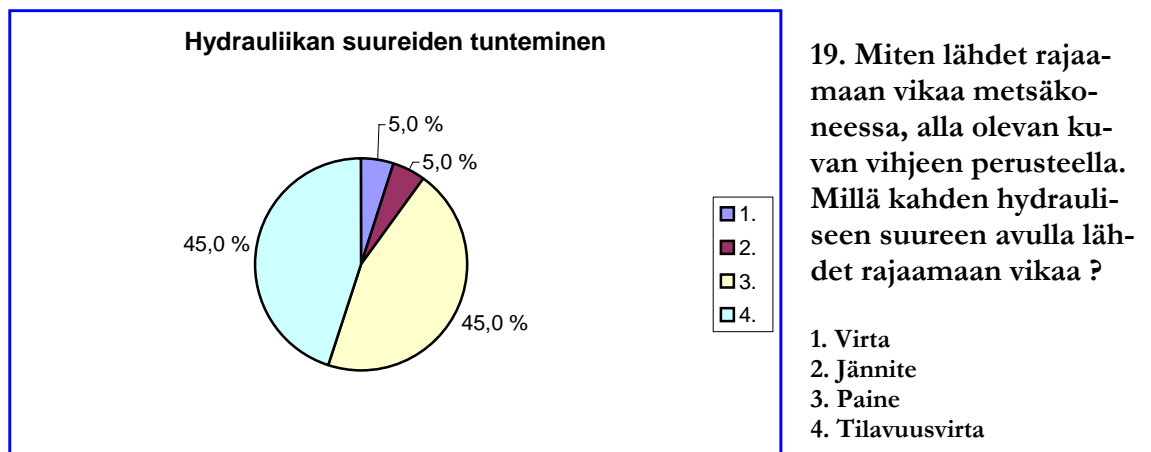
7.4 Vianrajauksen eteneminen (Kysymykset 19 - 22)

Tässä osiossa käsitellään muutama vianhaun perusrajaustoiminto.

Kysymys 19. Miten lähdet rajaamaan vikaa metsäkoneessa, alla olevan kuvan vihjeen perusteella. Millä kahden hydrauliseen suureen avulla lähdet rajaamaan vikaa ? Vastaa ruksilla alla olevista vaihtoehdoista mielestäsi oikeat vastaukset !



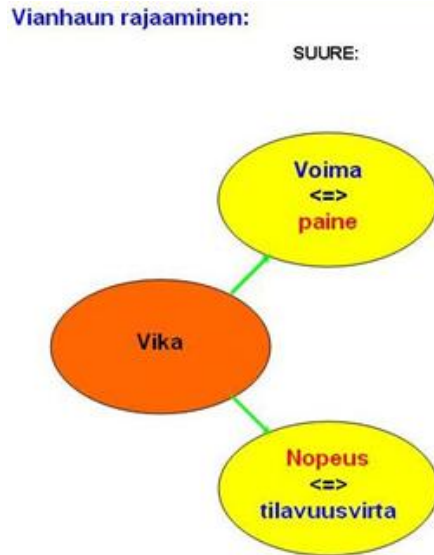
Kuva 22. Vianetsinnän rajaus, hydrauliset suureet.



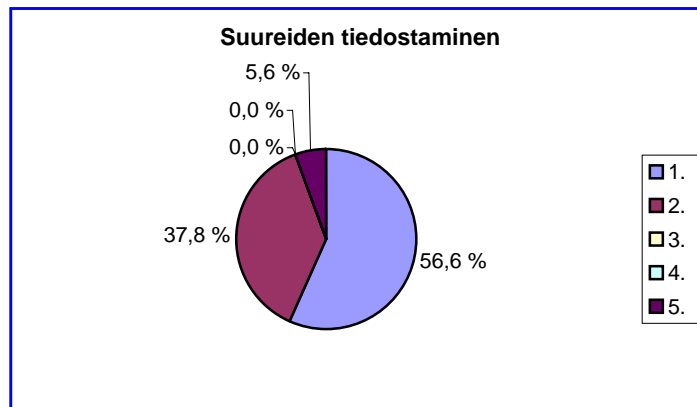
Kuva 23. Hydrauliikan suureiden tietämys metsäkoneasentajilla.

Vastaajilla hydrauliikan suuret olivat hyvin hallinnassa. Kuusitoista (16) vastaajista ilmoitti paineen ja tilavuusvirran olevan hydrauliikan suureita, yksi vastaajista ilmoitti suureen olevan virran ja toinen jännitteen.

Kysymys 20. Oletko alla olevan kuvan mukaisen oppimispolun vianetsinnässä samaa mieltä?



Kuva 24. Hydraulisten suureiden tunteminen.



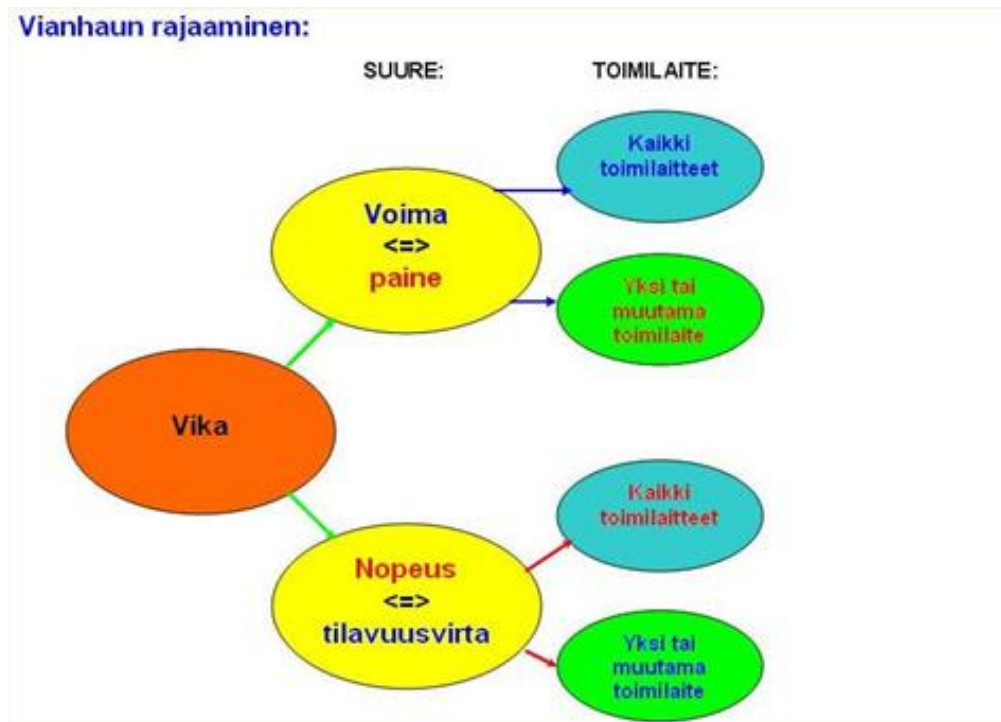
20. Oletko alla olevan kuvan mukaisen oppimispolun vianetsinnässä samaa mieltä?

1. Täysin samaa mieltä
2. Jokseenkin samaa mieltä
3. Jokseenkin eri mieltä
4. Täysin eri mieltä
5. En osaa sanoa

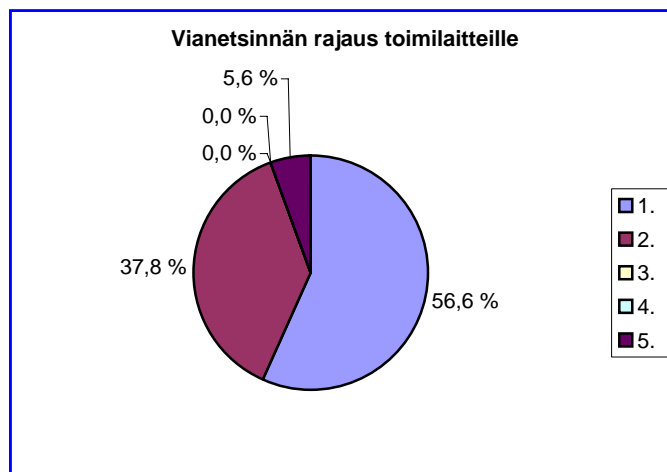
Kuva 25. Hydraulisten suureiden tiedostaminen, onko samaa mieltä?

Vastaajilla hydrauliiikan suureet olivat hyvin hallinnassa. Kymmenen (10) vastaajista oli täysin samaa mieltä, seitsemän (7) jokseenkin samaa mieltä ja yksi (1) ei osannut sanoa mielipidettään..

Kysymys 21. Oletko edelleen samaa mieltä ja alla olevan kuvan mukaisen oppimispolun vianetsinnässä?



Kuva 26. Vianetsinnän rajaus, yksi toimilaite tai kaikki toimilaitteet.



21. Oletko edelleen samaa mieltä ja alla olevan kuvan mukaisen oppimispolun vianetsinnässä?

1. Täysin samaa mieltä
2. Jokseenkin samaa mieltä
3. Jokseenkin eri mieltä
4. Täysin eri mieltä
5. En osaa sanoa

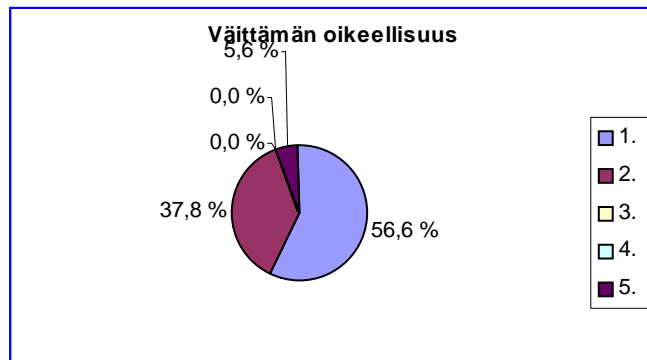
Kuva 27. Vianetsinnän rajaus koko koneesta yksittäiselle toimilaitteelle.

Vastaajilla hydrauliiikan vianetsinnän rajaus koko koneesta yksittäiselle toimilaitteelle oli hyvin hallinnassa. Kymmenen (10) vastaajista oli täysin samaa mieltä, seitsemän (7) jokseenkin samaa mieltä ja yksi (1) osannut sanoa mielipidettään.

Kysymys 22. Oletko vieläkin samaa mieltä alla olevan kuvan mukaisen oppimispolun vianetsinnästä?



Kuva 28. Vianetsinnän rajauksen finaali yksittäiseen toimilaitteen voimaan ja/tai liikenopeuteen.



22. Oletko vieläkin samaa mieltä alla olevan kuvan mukaisen oppimispolun vianetsinnästä?

1. Täysin samaa mieltä
2. Jokseenkin samaa mieltä
3. Jokseenkin eri mieltä
4. Täysin eri mieltä
5. En osaa sanoa

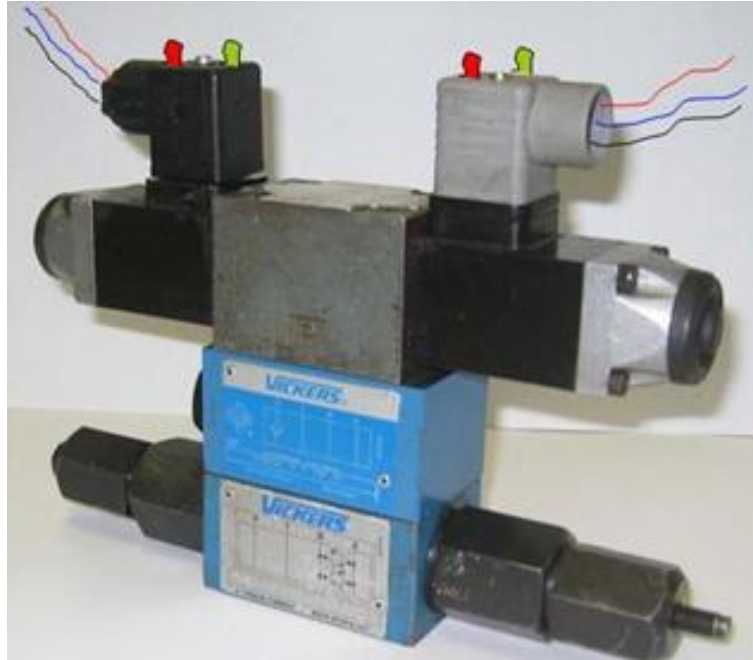
Kuva 29.

Vastaajilla hydrauliiikan vianetsinnän rajaus koko koneesta yksittäiselle toimilaitteelle ja siitä yksittäisen toimilaitteen voiman/vääntömomentin tai liikenopeuden oli hyvin hallinnassa. Kymmenen (10) vastaajista oli täysin samaa mieltä, seitsemän (7) jokseenkin samaa mieltä ja yksi (1) osannut sanoa mielipidettään.

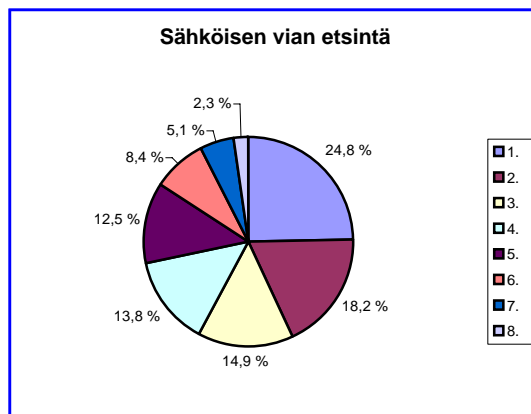
Hydrauliset suureet paine => voima ja tilavuusvirta => liikenopeus tunnettiin hyvin. Vastaajista kuvan esittämään väitteeseen 56,6 % oli täysin samaa mieltä ja 37,8 % jokseenkin samaa mieltä. Hydraulisen vian rajaus koko koneesta yksittäiseen/ muutamaaan toimilaitteen vikaan onnistui vastaajilla yhtä hyvin, kuin suureiden tunnistus. Vian rajauksen finaaliassa vastaajat olivat yhtä vakuuttuneita kuin edellisissä kohdissa. Kokonaisuudessaan vianetsinnän rajaus, puolittaminen meni hyvin.

7.5 Vianetsinnän eteneminen hydraulikkakomponenteilla (Kysymykset 23 –27)

Kysymys 23. Alla olevassa kuvassa on sähköohjattu hydraulikan esiohjausventtiili. Aseta mahdolliset sähköiset vikahaun vaihtoehdot tärkeysjärjestykseen?



Kuva 30. Sähköohjattu hydraulikan esiohjausventtiili.



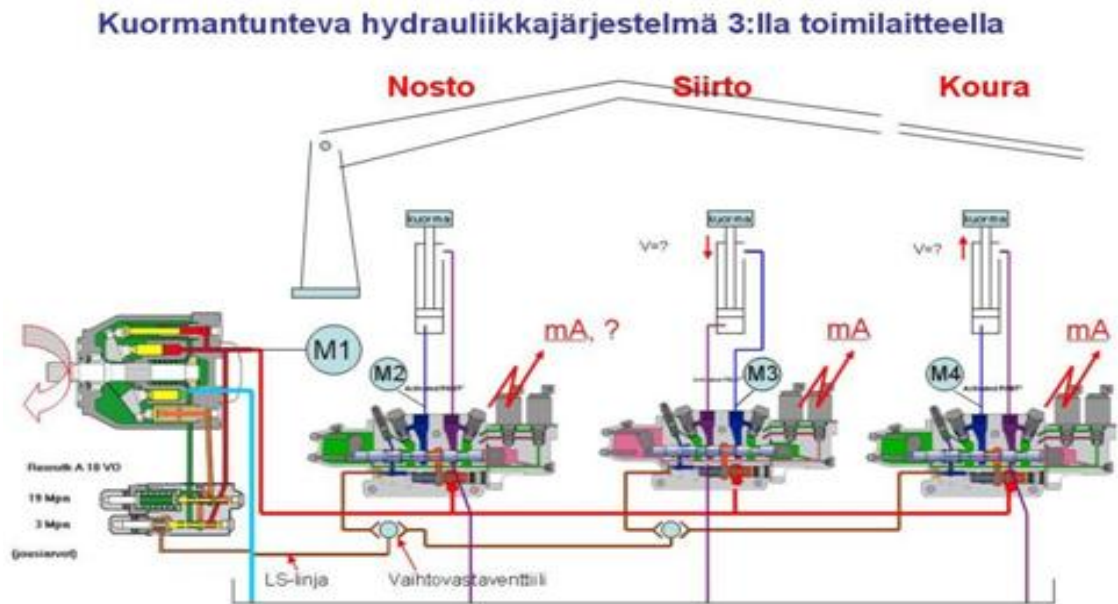
23. Yllä olevassa kuvassa on sähköohjattu hydraulikan esiohjausventtiili. Aseta mahdolliset sähköiset vikahaun vaihtoehdot tärkeysjärjestykseen?

1. Mittalaitteen näytölle vikailmoitusta?
2. Mittalaitteen vianhakutoiminnolla mA?
- 3 Syttyykö Hirsman -liittimellä ledi?
4. Vaihdan viereisen m.venttiilin Hirsman -liitt.?
5. Kuuntelen magneettiventtiililtä napsausta?
6. Kokeilen magneettikenttää pienellä ruuvimeiselillä?
7. Mittaan Hirsman -liittimellä virran (mA)?
8. Vianhaun etäohjelman käyttö?

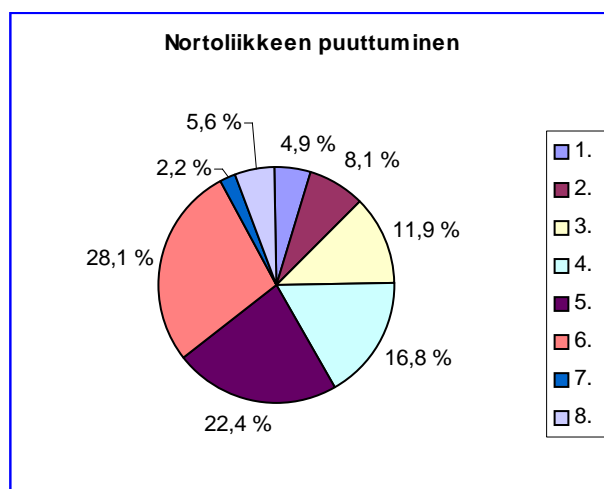
Kuva 31. Sähköisen vian paikallistamisen tärkeysjärjestys hydraulikan esiohjausventtiililtä.

Vastaukset osoittavat, että ensimmäisenä ei kannata lähetä virtaa mittaamaan, vaan jo ohjaimesta käsin voi mahdollisia vikoja rajata pois. Tämä ominaisuus pitää olla myös MetViro –oppimisympäristössä.

Kysymys 24. Vianetsintä esim. ! Oireet: Jos haluat nostaa kuormainta (nosto) pelkästään, niin se ei nouse, mutta jos samanaikaisesti käytät siirtoa ja/tai kouraa, niin nosto lähtee myös toimimaan? Missä mahdollisesti vika voi olla?



Kuva 32. Kuormantunteva hydraulikkajärjestelmä 3:lla toimilaitteella.



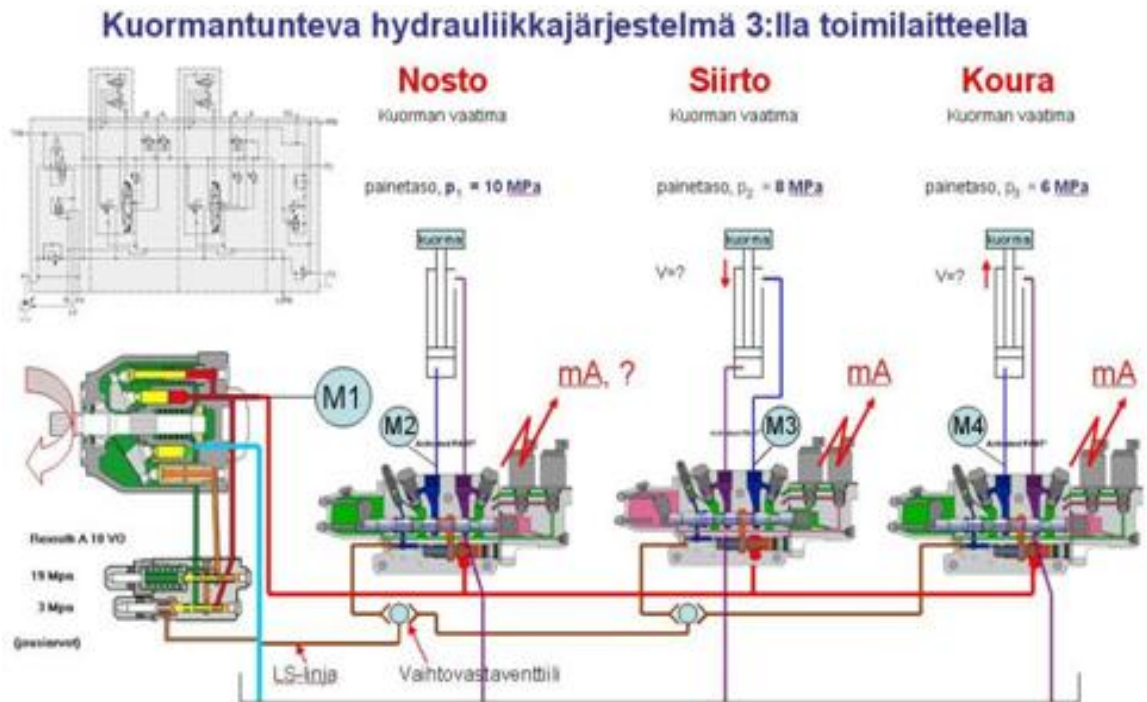
24. Vianetsintä esim. ! Oireet: Jos haluat nostaa kuormainta (nosto) pelkästään, niin se ei nouse, mutta jos samanaikaisesti käytät siirtoa ja/tai kouraa, niin nosto lähtee myös toimimaan? Missä mahdollisesti vika voi olla?

1. Pumpussa ?
2. Suuntaventtiilissä ?
3. Pumpun painesäätimessä ?
4. Noston suuntaventtiiliviipaleessa ?
5. Noston LS-linjassa vuoto ?
6. Vika vaihtovastenttiilissä ?
7. Noston magneettiventtiilille ei tule virtaa
8. Suuntaventtiilin karat jumittavat

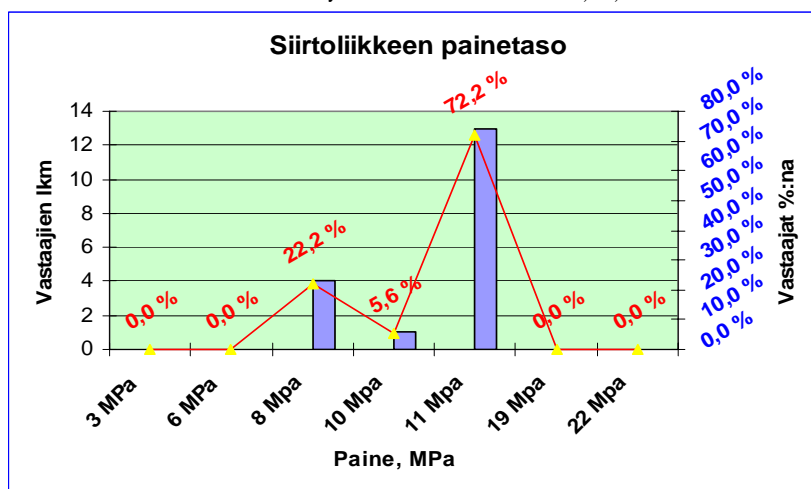
Kuva 33. Nostoliikkeen toimimattomuuden vianetsintä

Hydrauliikkajärjestelmää visuaalisesti katsomalla voi hyvin päätellä mahdollisia vikakohteita ja samalla on helpompaa lähteä vikaa etsimään helpommasta ja todennäköisemmästä paikasta. MetViro:n käyttöliittymänäkymässä on 2D/3D – kuvana hydraulikkakomponentit, jota voidaan reaaliaikaisella laskennalla visualisoida sekä samanaikaisesti hydraulikkakavio simuloi- tuu todellisen hydraulikkajärjestelmän mukaisesti.

Kysymys 25. Mikä on hydrauliiikan painetaso mittauspisteessä M1, kun käytetään siirtopuomin liikettä?



Kuva 34. Painetason selvitys siirtoliikkeeltä LS-järjestelmässä.



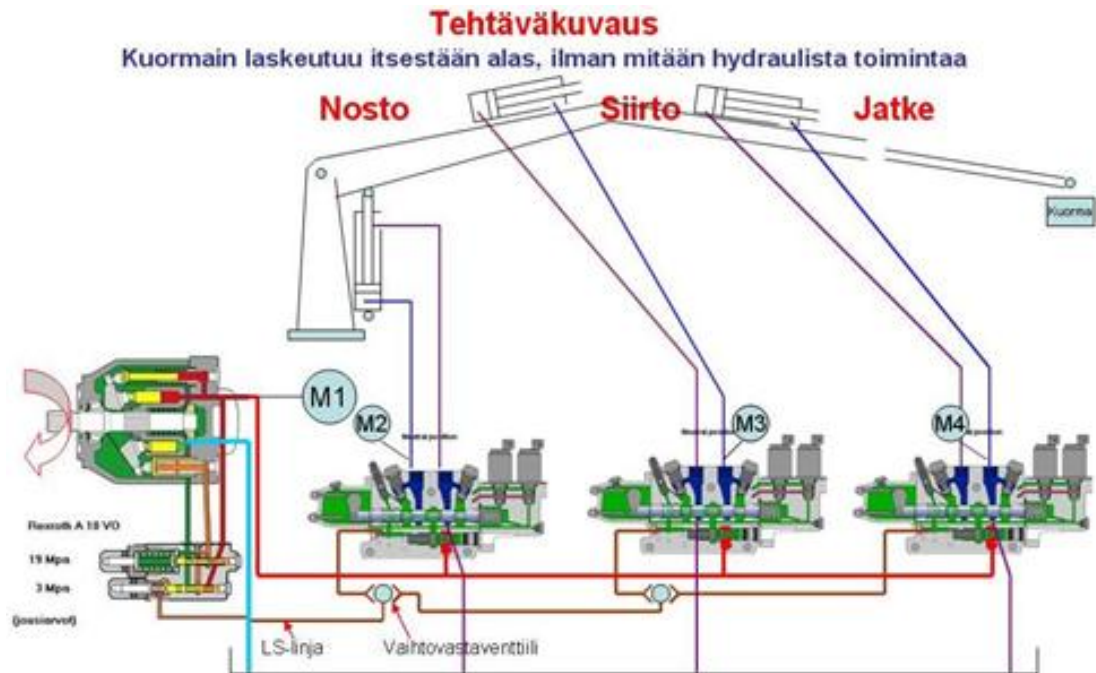
25. Mikä on hydrauliiikan painetaso mittauspisteessä M1, kun käytetään siirtopuomin liikettä?

Kuva 35 . Siirtoliikkeen hydraulinen painetaso.

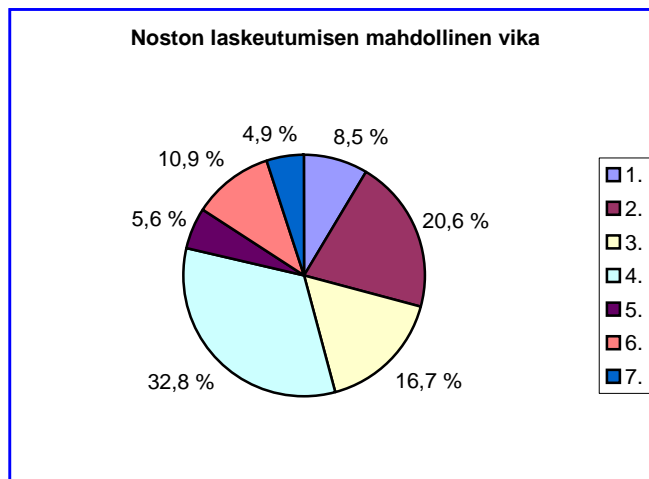
Vastaajista; kolmetoista (13/18, 72,2 %) ilmoitti painetason olevan 11 MPa, neljä (4/18, 22,2 %) ilmoitti paineen olevan 8 MPa ja yksi (1/18, 5,6 %) ilmoitti paineen olevan 10 MPa. Muihin vaihtoehtoihin ei vastattu ja kaikki vastasivat kysymykseen.

Siirtoliikkeen hydraulinen painetaso oli valtaosalla (3/4) täysin oikein. Pienellä osalla (1/4) ei ollut oikeata tietoa paineesta. Oliko käyttöliittymän visuaalisessa ilmeessä huono? Sitä pitää myös tarkastella kriittisesti oikeassakin MetViro:n käyttöliittymässä.

Kysymys 26. Kuormain näyttää laskeutuvan alaspäin, nostosylinterin männänvarsi menee sisään. Missä voi olla vika? Aseta tärkeysjärjestykseen.



Kuva 36. Tehtäväkuvaus vianetsintään.



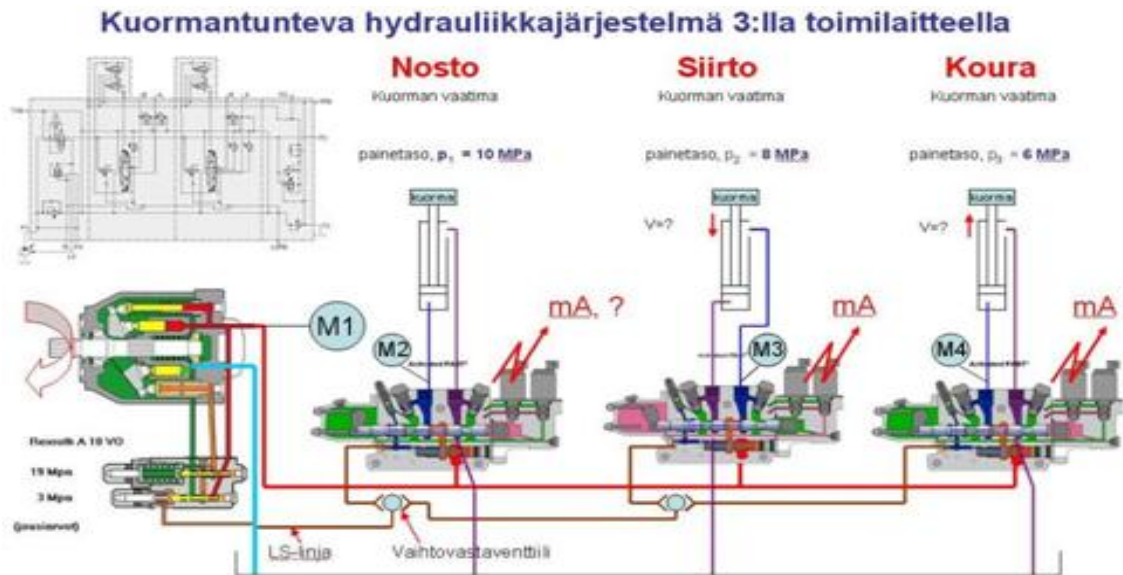
26. Kuormain näyttää laskeutuvan alaspäin, nostosylinterin männänvarsi menee sisään. Missä voi olla vika?

1. Ulkoinen vuoto noston sylinterissä
2. Ulkoinen vuoto noston letkussa
3. Nosto liikekohtainen varoventtiili vuotaa
4. Männän tiivisteet vuotavat
5. Noston kara ei keskity
6. Vuoto noston suuntaventtiiliviipaleessa
7. Muu mekaaninen vika

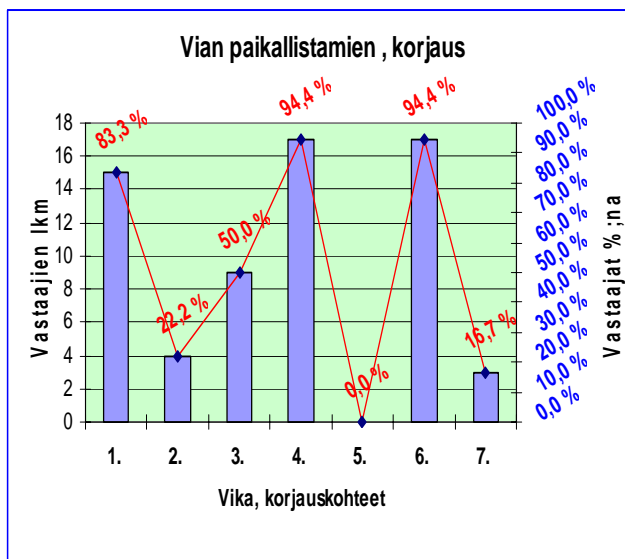
Kuva 37. Nostoliikkeen laskeutumisen mahdolliset vikavaihtoehdot tärkeysjärjestyksessä.

Tämä vika on hyvin yleinen ja sen vian paikallistamiseen tarvitaan monesti puuttua. Ei välttämättä ole krooninen vika, eli ei tarvitse välttämättä heti korjata, mutta kuitenkin jossakin vaiheessa. Oiva vika MetViro – oppimisympäristöön.

Kysymys 27. Nostosylinterin männäntiivisteet vuotavat => kuormain laskeutuu. Mitä se aiheuttaa? Miten voidaan vika paikallistaa?



Kuva 38. Tehtäväkuvaus vianetsintään kuormaimen laskeutuessa alas.



27. Nostosylinterin männäntiivisteet vuotavat => nosturi laskeutuu.

Mitä se aiheuttaa?

Miten voidaan vikaa paikallistaa?

1. Hydraulikkaöljy lämpenee
2. Vuotoöljy menee suoraan säiliöön
3. Turvallisuusriski
4. Männäntiivisteet palavat
5. Ei aiheuta toimenpiteitä
6. Männäntiivisteet vaihdettava
7. Tehdään ns. sylinteritestit

Kuva 39. Nostosylinterin tiivistevaurion seuraukset.

Tämä tehtävä oli jatkokysymys edellisen kysymykseen ja tässä kartoitettiin, miten vika korjataan koneen saamiseksi toimintakuntoiseksi. Myös hyvä tehtävä MetViro - oppimisympäristöön!

Hydrauliikan esiohjausventtiilin vianetsinnässä mahdollista sähköistä vikaa haettaessa kannattaa käyttää apuna koneessa olevia vianetsintäohjelmia. Yksittäisen toimilaitteen toimimattomuudesta toisten liikkeiden toimiessa kannattaa tarkistaa ensimmäisenä LS – linjassa olevan vaihtovastaventtiilin toiminta. Hydrauliikan oikea painetaso tietyllä toimilaitteen toiminnolla onnistui 73 % vastaajilla täysin oikein. Kuormaimen laskeutumisen mahdolliset viat, selvisi vastaajilta hyvin. Olettamus, että männäntiivisteet vuotavat nostosylinterissä ja mitä se aiheuttaa ajan kanssa, oli vastaajilla hyvin selkeästi tiedossa.

7.6 Sanalliset vastaukset kysymyksiin vianetsinnästä (Kysymykset 28 –33)

Kysymys 28. Ongelma toimilaitteiden liikenopeuksien välinen ero esim. jalustankääntö liikkeellä toinen liikesuunta on selkeästi hitaampi, vaikka ohjausvirta on lähes samansuuruinen. Luettelo vikaheitoja ?

Alla on vastaajien antamia kirjallisia vastauksia kysymykseen:

1. Mekaaninen vika, Ohivuoto, Kuristin vika
2. Lämpö, Kuristin, Mekaniikka
3. Kuristimen toiminta, Ohivuoto, Mekaaninen vika
4. Vaihtovastaventtiili ei toimi oikein toisen suuntaan, Mekaaninen vika
5. Hydrauliiikkaputki läjässä, rikki, vuotaa, Kuristin vika
6. Männäntiivisteiden vuoto
7. Kuristimen vastaventtiilin hauli vuotaa
8. Sylinteriputken ulkoinen vuoto
9. Kuristin vika, Vuoto, Mekaaninen vika
10. Vuoto, Mekaaninen vika, Kuristin vika
11. Kuristin vika, Mekaaninen vika, Ohivuoto, Ulkoinen vuoto
12. Ulos vuoto, Ohivuoto, Kuristin vika, Mekaaninen vika
13. Kuristin, Ohi vuoto, Ulkoinen vuoto, Mekaaninen vika, Tiivistevuoto
14. Koneen kallellaan olo
15. Vuodot
16. Vuoto männäntiivisteessä
17. Mekaaninen vika, Vuodot; sisäiset ja ulkoiset
18. Mekaaninen vika, vuodot

Kyselyn vastaukset eivät anna hyvää kuvaa asiasta, mutta ne ovat kuitenkin samankaltaisia. Vastaukset ovat annettu vain muutamalla sanalla, lyhyellä lauseella. Vastaukset antavat todellisia vikavaihtoehtoja.

Kysymys 29. Valitse yksi yleinen huolto- ja korjaustoiminnassa havaitsemasi ongelma, jonka osaamista toivot kehitettävän. Kuvaa ongelmatilannetta, ongelmarajaus-, päättely-, mittauss-, korjaus-, ja tarkastusprosessi yksityiskohtaisesti.

Alla on vastaajien antamia kirjallisia vastauksia kysymykseen:

1. Vian rajaaminen
2. Vian paikallistaminen
3. Vianrajaus
4. Vian rajaaminen
5. Vian rajaaminen
6. Lämpöongelmien ratkaisu
7. Lämpöongelmat
8. Lämpöongelmat
9. Yhdistelmävian rajaaminen

10. Vian rajaaminen
11. Sähköisen vian järkevä rajaaminen
12. Vian mahdollinen rajaaminen
13. Sähköisen vian analysointi
14. Vian rajaus
15. Rajausongelmat
16. Sähköiset / hydrauliset viat
17. Vianrajaus
18. Tuleeko pumpulta oikea virtaus tietyllä paineella

Kyselyn vastaukset eivät anna hyvää kuvaa asiasta, mutta ne ovat kuitenkin samankaltaisia. Kysymyksiin 28 –29 – 30 on vastattu ristiin. Toisenlaisella kysymysten asettelulla voisi saada parempia vastauksia.

Kysymys 30. Millaisia metsäkoneasentajan ”peukalosäntöjä” (esim. vian puolitus, poissulkeminen, testit) on käytössä ?

Alla on vastaajien antamia kirjallisia vastauksia kysymykseen:

1. Kuormaimen liikkeet, Hakkuupään liikkeet, Yksi liike, Koko kone
2. Ajohydrauliikka, Kuormain hydraulikka, Koko laite
3. Koko kone - yksittäinen liike, Kuormain - hakkuupää - ajohyde - jarruhyde
4. Sylinteritesti, Pumpputesti
5. Yksittäinen liike - kaikki liikkeet rajaaminen
6. Vian rajaaminen
7. Pumpun testaus, Ohivuodot
8. Kaikki hydrauliset toimilaitteet - yksittäinen tai muutama toimilaite
9. Sylinteritesti
10. Yksi liike - useat liikkeet - koko kone
11. Saadaanko normaali paine - koko kone - yksittäinen liike
12. Lämpöongelmat, Sähköviat, Hydrauliset viat
13. Muuan liike, koko kone - rajaus
14. Rajataan vika hydekaaviosta
15. Kuormain, Motopää, Ajohyde, Jarruhyde
16. Vian rajaaminen hydraulikkakaavion perusteella
17. Yksittäinen liike - koko kone
18. Hydekaaviosta pois sulkemaan mahdollisia vikoja

Kyselyn vastaukset eivät anna hyvää kuvaa asiasta, mutta ne ovat kuitenkin samankaltaisia. Vastauksista ei löytynyt selviä ”peukalosäntöjä”, joita voitaisiin käyttää työelämässä ja Met-Viro – hankkeessa.

Kysymys 31. Osaavatko metsäkoneenkuljettajat kuvata viat riittävän selkeästi, jotta asentaja osaa päätellä vian aiheuttajan ?

Alla on vastaajien antamia kirjallisia vastauksia kysymykseen:

1. Riittävästi
2. Viallisen toiminnan osaavat kertoa
3. Osaavat kohtalaisesti
4. Miten kone käyttäytyy vikatilanteessa
5. Kohtalaiset osaavat
6. Kohtalaisesti osaavat kertoa toimintahäiriön
7. Kohtalaisesti
8. Hyvin
9. Aika hyvin pystyvät kertomaan viallisen toiminnan
10. Riittävän hyvin viallisen toiminnan osaavat selostaa
11. Yllättävän hyvin
12. Aika lailla heikosti kuvaavat viallista toimintaa
13. Aika hyvin
14. Kyllä
15. Aikalailla
16. Melko hyvin
17. Ihan hyvin osaavat kertoa viallisen toiminnan kuvauksen
18. Kohtalaisen mukavasti

Vastauksista saa yleiskäsityksen, että kuljettajat osaavat kertoa vian oireista hyvin huoltoon ja metsäkoneasentajille. Metsäkoneenkuljettajat osaavat huomata toimintahäiriöt ja myös selostaa metsäkoneasentajille.

Kysymys 32. Mitkä viat ovat usein väärin tulkittuja ? Esimerkiksi oireet voivat viitata useaan eri vikaan.

Alla on vastaajien antamia kirjallisia vastauksia kysymykseen:

1. Mittalaitteviat
2. Sähköistä vikaa vaikea paikallistaa
3. Lämpimäsongelmat ymmärretään heikosti
4. Lämpötilan kasvun vaikutus
5. Sähköiset viat ovat vaikeita paikallistaa
6. Sähköisen - hydraulisen vian rajaaminen
7. Paineen ja tilavuusvirran merkitys
8. Sähkön - hydraulikan toiminnan ymmärtäminen
9. Sähköisen vian monimuotoisuus - esim. suunnitteluvirheenä syntynyt maadoitusvirhe merkkilampun kautta
10. Kokonaisuuden ymmärtäminen on tärkeää
11. Moni-ilmeiset viat
12. Sähköinen ilmiö, Hydraulinen ilmiö
13. Hydraulisen paineen ja tilavuusvirran vaikutuksia ei ymmärretä

14. Lämpöviat
15. Monimuotoiset viat
16. Vuotoviit
17. Sähköiset viat Liikaa lämpenevästä hydeöljystä johtuvat
18. Sähkö - hyde - mittalaitte viat

Vastaajat ovat kertoneet kohtalaisesti vianhaun rajauksesta, paikallistamisesta ja vian korjauksesta. Toisenlaisella kysymysten asettelulla voisi saada parempia vastauksia. Kasvokkain tapahtuvassa haastattelussa voisi saada oikeata tietoa paremmin.

Kysymys 33. Mitkä ovat haastavimpia vikoja löytää ja korjata ? Esimerkiksi oire saattaa näkyä vuotona, mutta syynä onkin liian suuri painetaso.

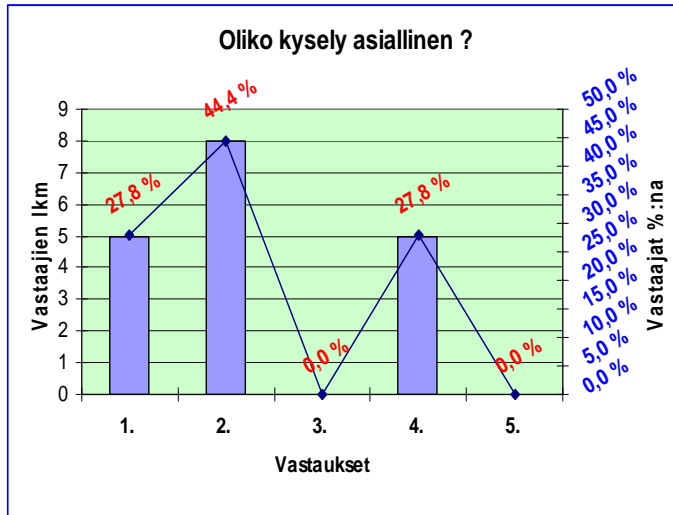
Alla on vastaajien antamia kirjallisia vastauksia kysymykseen:

1. Monesta yhtäaikaisesta viasta johtuvat
2. Koko hydraulisen järjestelmän ymmärtäminen
3. Sähköinen - hydraulinen - mittalaitte -mekaanisen vian rajaus
4. Mittalaitteen valikoiden ymmärrys
5. Kaikkien toimintojen yhtäaikaisen toiminnan ymmärtäminen
6. Monia oireita ilmaisevat vikakompinaatiot
7. Kokonaisen hyde-, sähkö-, mittalaittejärjestelmän toiminnan tunteminen
8. Monimuotoiset viat
9. Kokonaistoiminnan ymmärtäminen, mikä vaikuttaa mihinkin
10. Sähköinen vika
11. Kokonaisuuden ymmärtäminen on monesti vaikeaa
12. Hydraulinen - sähköinen - mittalaittevikojen ymmärtäminen, missä vika on
13. Silloin tällöin esiin tuleva vika
14. Sähkö
15. Sähköviat
16. Tiettyinä aikana, esim. aamuisin ilmenevä vika
17. Useat yhtäaikaiset viat
18. Moni-ilmeiset viat

Vastaajat ilmoittivat yleisimpiä ja myös monesti haastavimpia vikakompinaatioita vianetsinnän kentässä. Toisenlaisella kysymysten asettelulla voisi saada parempia vastauksia.

Näihin kirjallisesti vastattaviin kysymyksiin saatiin lyhyitä ja vain muutamalla sanalla kerrottuja vastauksia. Kysymysten laadinnassa ja asettelussa on tehtävä tarkennuksia, mikäli halutaan vastauksia edellä oleviin kysymyksiin. Metsäkoneasentajilla on olemassa työkokemuksen kautta tullutta tietoa ja taitoa, mutta sitä ei esim. metsäkonemerkin ”huonon” tuotetiedon leviämisen pelossa uskalleta kirjoittaa. Paikan päällä haastatteleamalla ja/tai videoimalla käytännön metsäkoneasentajan työssä voisi saada edellä oleviin kysymyksiin paremmin vastauksia.

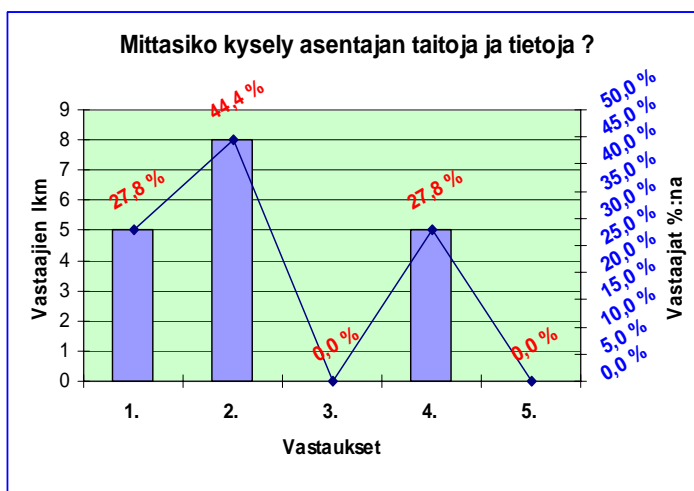
7.7 Vastauksia tutkimuksen ja kysymysten asiallisuuteen (Kysymykset 34 –37)

Kysymys 34. Oliko tämä kysely mielestäsi asiallinen?**34. Oliko tämä kysely mielestäsi asiallinen?**

1. Täysin samaa mieltä
2. Jokseenkin samaa mieltä
3. Jokseenkin erimieltä
4. Täysin eri mieltä
5. En osaa sanoa

Kuva 40. Kyselyn asiallisuus.

Vastaajista kolmetoista (13) oli täysin samaa mieltä tai jokseenkin samaa mieltä suoritetun haastattelun/kyselyn asiallisuudesta. Kuitenkin vastaajista viisi (5) oli täysin eri mieltä tutkimuksen asiallisuudesta. Kokonaisuudessa vastaajat olivat kyselyyn tyytyväisiä.

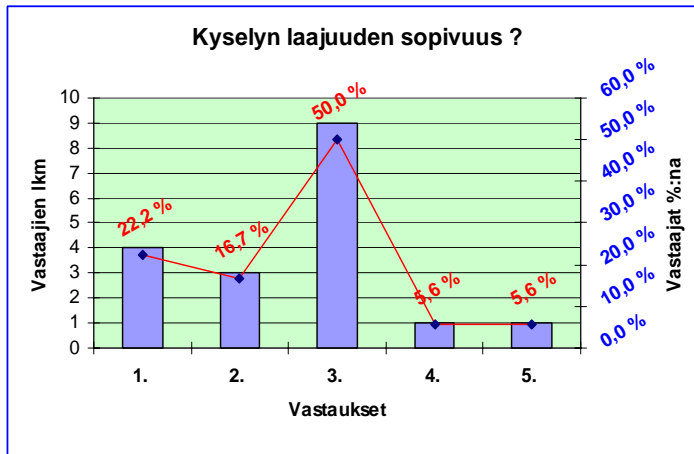
Kysymys 35. Mittasiko kysely mielestäsi kokeneen asentajan tietoja ja taitoja?**35. Mittasiko kysely mielestäsi kokeneen asentajan tietoja ja taitoja?**

1. Täysin samaa mieltä
2. Jokseenkin samaa mieltä
3. Jokseenkin erimieltä
4. Täysin eri mieltä
5. En osaa sanoa

Kuva 41. Kyselyn mittaavuus metsäkoneasentajan tiedoista ja taidoista.

Vastaajista kolmetoista (13) oli täysin samaa mieltä tai jokseenkin samaa mieltä tutkimuksen metsäkoneasentajien tietojen ja taitojen ja mittaavuudesta. Kuitenkin vastaajista viisi (5) oli täysin eri mieltä tutkimuksen mittaavuudesta. Vastaajien mielestä kysely mittasi metsäkoneasentajan tietoja ja taitoja.

Kysymys 36. Oliko tämä kysely mielestäsi?



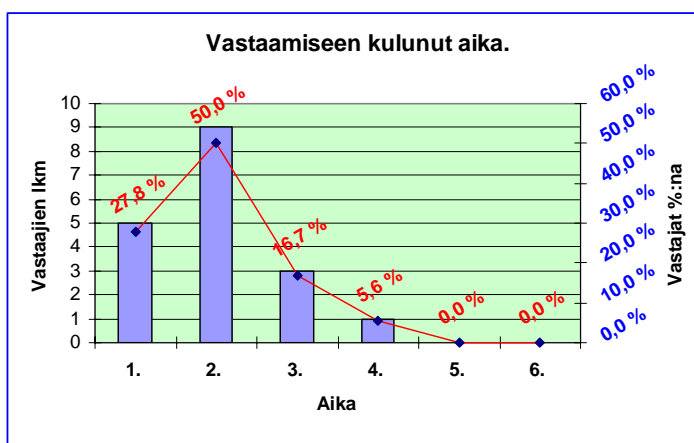
36. Oliko tämä kysely mielestäsi?

1. Liian laaja
2. Laaja
3. Sopiva
4. Suppea
5. En osaa sanoa

Kuva 42. Tutkimuksen laajuuden sopivuus vastaajille.

Vastaajista neljä (4) ilmoitti tutkimuksen olleen liian laajan, kolme (3) laajan, yhdeksän (9) sopivan, yksi (1) suppean ja yksi (1) ei osannut sanoa kantaansa asiaan. Vastaajien mielestä kysely oli sopivan laajuinen.

Kysymys 37. Paljonko Sinulla meni aikaa tämän kyselyn vastaamiseen?



37. Paljonko Sinulla meni aikaa tämän kyselyn vastaamiseen?

1. n. 0,5 tuntia
2. n. 1 tunti
3. n. 1,5 tuntia
4. n. 2,0 tuntia
5. n. 2,5 tuntia
6. n. 3,0 tuntia

Kuva 43. Kyselyyn vastaamisen kulunut aika.

Vastaajien viisi (5) vastasi tutkimukseen n. 0,5 tunnissa, yhdeksän (9) n. 1 tunnissa, kolme (3) 1,5 tunnissa ja yksi 2 tunnissa. Kyselyyn kulunut aika oli keskimäärin 1 tunti. Kulunutta aikaa voi pitää suhteellisen lyhyenä, vaikka kysymysten joukossa oli kuusi esseekysymystä.

Muutamia yleisiä johtopäätöksiä tutkimuksesta.

Tutkimustulokset ovat tuoneet kokeneen metsäkoneasentajan vianetsinnästä muutamia perustietoja esille. Tässä vaiheessa huomaa kysymysten laadinnassa ja asettelussa, että en ole onnistunut niissä, tämä oletamus. Osasta vastauksista on työläs vetää yksiselitteisiä tuloksia. Toivottavasti tämä antaa suuntaviivoja uusille jatkotutkimuksille ko. asiaan.

Metsäkoneasentajat työskentelevät pääasiassa yhdelle konemerkillä. Siinä leimaantuu herkästi sen konemerkin hyviin ja huonoihin puoliin. Ainakin niitä ”konemerkin” huonoista piirteistä on vaikea kertoa suullisesti ja/tai sanallisesti kirjalliseen kyselyyn. Vaikka kaikissa metsäkonemerkeissä on lähes samojen hydraulikkakomponenttien valmistajat, niin myös samat hydrauliset viat ilmenevät kaikissa konemerkeissä. Siitä huolimatta ”konemerkin” asentajan on vaikea tunnustaa hydraulisia vikoja omasta ”merkistään”.

Jatkotutkimuksessa on paneuduttava tarkempiin kysymyksiin ja niiden asetteluun, jotta niistä saataisiin yksiselitteisiä tuloksia ja myös hiljaista tietoa. Yksi mahdollisuus on olla mukana käytännön metsäkoneasentajan työssä. Seuraamalla hänen työskentelyään ongelmien ratkaisussa ja esim. tallentamalla hänen tekemisiään videolle, voitaisiin saada kerättyä hiljaista tietoa.

Metsäkoneasentajien toimintakulttuuri korostaa tekemällä oppimista ja hänelle syntyy vuosien varrella hiljaista tietoa. Hänelle syntyy erilaisia toimintamalleja ja peukalosääntöjä, joilla hän etenee vianetsinnässä. Metsäkoneasentaja tekee valintoja suuresta määrästä informaatiota pyrkiessään vianratkaisutavoitteeseen. Kokeneella asentajalla em. ominaisuudet ovat automatisoituneet pitkän kokemuksen myötä hiljaiseksi tiedoksi, jota on vaikea ulkoistaa sanoin. Miten voidaan tätä ulkoistusta helpotettua, jotta se saadaan sanoiksi. Asentajan pitää ulkoistaa ajattelunsa sanallisesti, joka dokumentoidaan. Haastavaa tässä on se, että miten asentajaa ohjeistetaan. Hänelle pitää rakentaa avoin ja luottamuksellinen ilmapiiri, jossa hän voi vapautuneesti tuoda esille kaiken osaamisensa. Pitää myös korostaa sitä seikkaa, että on kaikkien metsäkoneasentajien ja siihen työhön haluavien opiskelijoiden kokonaisuus, että saataisiin kerättyä kokeneen metsäkoneasentajan malleja vikojen etsintään ja niiden korjaukseen.

8 TUTKIMUSTULOSTEN SOVELTAMINEN METVIRO - OPPIMISYMPÄRISTÖÖN

Haastattelu/kyselytutkimuksen tarkoituksena oli saada kartoitettua kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja samalla kerätä mahdollisesti syntynyttä metsäkoneasentajan hiljaista tietoa (tacit knowledge). Asentajan toimintamalleja ja hiljaista tietoa tarvitaan oppimisympäristön älykkääseen tutorointijärjestelmään. Tutorointi auttaa oppijaa etenemään oppimistehtävissä, mikäli opiskelija ei muuten selviä tehtävässä eteenpäin. Edellisessä kappaleessa kuusi (6) esiteltiin tutkimuksen tulokset. Tulokset perustuivat kahdeksaantoista (18) haastateltavaan ja tutkimusjoukko edusti vain yhden metsäkonemerkin XXX Suomen sopimishuollon metsäkoneasentajia. Koska joukko edusti vain osaa metsäkoneasentajia, tulosten perusteella ei voida tehdä kovin suuria johtopäätöksiä. Lisäksi tutkimus oli laatuaan ensimmäinen. Tämäkään ei anna välttämättä tutkimuksen kovin suurta luotettavuutta. Kysymysten asettelu on vaikeaa. Ymäsivätkö metsäkoneasentajat mitä kysymyksillä haettiin, vaikka vastausvaihtoehdot olivat rajatut muutamia esseekysymyksiä lukuun ottamatta. Myös Webropol – ohjelman antamat tulokset riippuvat kysymysten asettelusta.

Metsäkoneasentajan älykäs ja virtuaalinen oppimisympäristö – hanke (MetViro) aloitti keväällä 2006 aikana. Hanke jatkuu ja tämän hetkinen valmistumispäivä on keväällä 2009. Hankkeen seuraava pilotointi on elokuussa 2007 viikolla 32. Tämän hetkisten tietojen perusteella oppimisympäristön hydraulikkajärjestelmässä toimii vain yksi toimilaite (hydrauliikkasyylinteri). Lisäksi siinä on hydraulikkapumppu, säiliö ja suuntaventtiiliviipale kyseiselle toimilaitteelle sekä LS – ohjausjärjestelmä. Tätä yksinkertaista perustoimintaa voidaan reaaliaikaisesti ja dynaamisesti visualisoida 2D/3D – komponenttikuvilla sekä samanaikaisesti visualisoituvalla hydraulikkakaaviolla. Koska oppimisympäristö on vielä pahasti keskeneräinen ja tutorointijärjestelmän toiminta puuttuu kokonaan, niin asentajan toimintamalleilla ja hiljaisella tiedolla ei ole siinä kovin suurta tarvetta.

Edellä olevien seikkojen perusteella tutkimustuloksia ei voida paljoakaan käyttää hyväksi tässä vaiheessa. Tarvitaan lisää tutkimusaineistoa ja sen tuloksia. Oppimisympäristön valmistuttua niitä voidaan käyttää siinä hyväksi.

9 JATKOTOIMENPITEET: TUTKIMUKSEN LAAJENTAMINEN

Nyt toteutettu tutkimus suunnattiin tutkimuksen rajauksella XXX Suomen sopimushuollon metsäkoneasentajille. Suomessa heitä on n. 35 henkilöä ja globaalisti useita satoja.

Muut metsäkonevalmistajat: John Deere Forestry Oy, Ponsse Oyj, KomatsuForest Oy, Oy Logset Ab, Nokka-Tume Oy, Pinox Oy jne. puuttuivat kokonaan tutkimuksesta. Lisäksi samanlaisia hydraulikkajärjestelmiä on muissakin raskaissa työkoneissa, maarakennuskoneissa, kiinteistöhoitokoneissa, maataloustraktoreissa ja teollisuushydrauliikassa jne. Edellä mainituissa työkoneissa esiintyvät samanlaiset häiriöt ja viat kuin XXX koneissa eli niidenkin raskaskoneasentajat tarvitsevat samanlaista tai ainakin samankaltaista mallikäyttäytymistä vianetsinnässä ja niiden korjaamisessa.

Tutkimuksessa oli pieni otanta. Tutkimusaineiston määrää kasvattamalla useisiin kymmeneen, satoihin ja tutkimuksen suorittaminen useille konemerkeille antaa lisää luotettavuutta tutkimustuloksiin. Mikä on sitten sopiva haastattelujoukon koko, saturaatiopisteen savuttaminen kvalitatiiviseen toimintatutkimukseen? Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkimuksen tekijällä on suuri päätösvalta tutkimuksen luotettavuudella. Tässä tutkimuksessa ollut $n=18$ voi edustaa jo luottavuusrajan ylittävää määrää. Tutkimuksen otantaa lisäämällä saavutetaan piste, jossa lisävastukset antavat samanlaisia tuloksia. Tutkijan oikeudella totean luotettavuusrajan ylittyneen.

Edellä olevan perusteella tarvitaan jatkotutkimuksia ko. asiasta, jotta saadaan selville keskeisimmät kokeneen raskaskoneasentajan käyttäytymisen mallit vianetsinnässä, vikamahdollisuuksien rajauksessa ja niiden korjauksessa. Toivottavasti tämä tutkimus toi suuntaviivoja jatkotutkimusten tekemiseen.

Jatkotutkimuksen voi suorittaa joku hydraulikasta, sen vianhausta kiinnostunut ja alaa opiskellut henkilö. Tässä voisi olla jatko-opiskelumahdollisuus ja myös väitöstutkimuksen aihe. Tämä asia kiinnostaa suuresti myös minua. Pitäisi saada sellainen työsuhte, jossa itse työssä voisi tutkia asiaa vuosien ajan ja kerätä aineistoa tutkimusta varten. Ainakaan itsellä nykyisessä työssä ei ole mahdollisuutta, koska joutuisi tekemään tutkimuksen omalla ajalla. Näiden työvuosien ja oman elämänsäkaaren tässä vaiheessa ei ole aikaa ja jaksamista tehdä tutkimusta omalla ajalla.

10 YHTEENVETO

Kaikkiin opintoihin; toisen asteen-, korkeakoulujen- ja edelleen ylempien korkeakoulujen tutkintovaatimuksiin kuuluu opinnäytetyö. Se on osa pakollisia opintoja. Se on eräänlainen kypsyysnäyte koko opintojen tuottamasta oppimisesta, läpileikkaus oppijan osaamisesta tulevaan toimeen, tehtävään, virkaan tai työtehtävään, mihin valmistunut henkilö sijoittuu.

Edellisen varsinaisen opinnäytetyöni olen tehnyt Kemi-Tornion ammattikorkeakouluun insinööriyönä, suorittuani insinööri AMK – tutkinnon.

Nykyisessä ylemmän AMK – tutkinnossa, Teknologiaosaamisen johtaminen – koulutukseen sisältyy myös opinnäytetyö. Opinnäytetyöni kehittämistehtävä liittyy Metsäkoneasentajan älykkääseen ja virtuaaliseen oppimisympäristöhankkeeseen. Opinnäytetyössäni tutkin kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytymistä vianhaussa.

Kehittämistehtävän aiheen valitsin omasta halustani kehittää oppimisympäristön tutorointijärjestelmää. Aihe oli helppo, koska olen saanut olla mukana ko. oppimisympäristön alkuvaiheen kehitystyössä. Toisaalta aihe oli vaikea insinöörityöteitä opiskelevalle, kun tuloksena ei olekaan pelkkää numerodataa, vaan sanallisia kuvauksia vianetsinnän etenemisestä. Tämä toi lisähaasteita tehtävään. Toivottavasti tehtävä antoi insinöörimäiselle ajattelulle vastapainoa ja auttaa myös opettajan työssä. Ainakin se on kehittänyt minua ihmisenä. Toivottavasti tutkimus antaa suuntaviivoja ja pohjaa oppimisympäristön kehittymiselle koko hankkeen ajalle, kevääseen 2009 saakka.

Kehittämistehtävän aihe oli koulutuksen alusta lähtien selkeä, vain otsikko ja tehtävän rajaus muuttuivat koulutuksen edistyessä. Aloitin varsinaisen kehittämistehtävän myöhään vuoden 2007 alussa. Lopussa tutkimuksen suorittaminen, tulosten analysointi ja niiden saaminen paperille venyi liian pitkään. Syynä on oma jaksaminen ja myös se, että varsinainen työskentely kehittämistehtävään alkoi myöhään. Syynä oli mm. MetViro – hankkeen edistymisen hitaus.

Kokonaisuudessaan tutkimus oli iso ja haastava projekti. Vaati paljon keskittymistä, aikaa ja kärsivällisyyttä. Muutamia kokeneen metsäkoneasentajan käyttäytymismalleja vianetsintään saatiin tutkimuksessa. Hiljaista tietoa ei saatu näkyville, tai se on hyvin vastauksiin piiloutunut.

11 KIRJALLISUUSLÄHTEET

- Awad, E. & Ghazir, H. (2001) Knowledge management, Pearson Education.
- Esiselvitys. (2006) . Metsäkoneasentajan älykäs ja virtuaalinen oppimisympäristö-hanke.
- Hankesuunnitelma. (2006). Metsäkoneasentajan älykäs ja virtuaalinen oppimisympäristö – hanke. Hankevaiheiden A ja B integrointi.
- Häkkinen P. (1996). Design, Take Into Use and Effects of Computer-Based learning Environments - Designer's, Teacher's and Student's Interpretation, Publications in Education No 34, University of Joensuu.
- Koivunen, H. (1997) Hiljainen tieto. Helsinki: Otava.
- Laamanen, V., Ranta, P & Pohjolainen S. (2003) Harvesterinkuljettajan hiljaisen tiedon näkyväksi tekeminen hakkuukonesimulaattorin ja matemaattisten menetelmien avulla. Tutkijatapaaamisen artikkelit. Tampereen yliopisto: Hypermedialaboratorion verkkojulkaisuja 3.
- Lehtinen E. (2001) Pedagogical guidelines for designing computer-based learning environment for complex learning. PEG 2001. eds. Ruokamo H. et al.
- Lehtinen E., Kuusinen J. (2001) Kasvatuspsykologia.
- Mitchell, R., Pippenger, J. (1997). Fluid Power Maintenance Basics And Troubleshooting.
- Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1995) The Knowledge Creating Company.
- Polanyi, Michael 1958: Personal Knowledge, Towards a Post Critical Epistemology. Mukail- len Linturi, Hannu. 2004 NexusDelfix.
http://nexusdelfix.internetix.fi/fi/sisalto/materiaalit/2_metodit/7_hiljainen?C:D=64139&C:selres=64139 (luettu 15.5.2007).
- Raivola, R., & Vuorensyrjä, M. (1998) Osaaminen tietoyhteiskunnassa. SITRA.
- Ranta, P. (2003). Virtuaalitodellisuus opiskeluympäristönä –loppuraportti. Tampereen yli- opisto/tietoyhteiskuntainstituutti.
 [http://www.uta.fi/laitokset/ISI/julkaisut/Virtuaalitodellisuus_opiskeluympp_loppuraportti.pdf]
- Ranta, P. Laamanen, V., Pohjolainen S., Väätäinen K. (2004). Hakkuukoneenkuljettajan hil- jaisen tiedon näkyväksi tekeminen. Tampereen teknillinen yliopisto/ Digitaalisen median instituutti/Hypermedialaboratorio. Raportti 1:2004.
- Ranta, P., Laamanen, V. & Pohjolainen, S. (2004) Metsäkonesimulaatio-opetus kehittyvä hil- jaisen tiedon avulla. Hämeen kesäyliopiston julkaisuja, sarja B.
- Ranta, P. (2004). Oppimisympäristöt, hakkuukoneet ja hiljainen tieto. Edita Publishing Oy.

- Ruohotie, P. (1993) Ammatillinen kasvu työelämässä. Ammattikasvatussarja 8. Tampereen yliopiston Hämeenlinnan opettajankoulutuslaitos. Hämeenlinna.
- Ruohotie, P. (1996) Oppimalla osaamiseen ja menestymiseen. Oy Edita Ab. Helsinki.
- Ruohotie, P., Honka, J. toim. (1996). Osaamisen kehittäminen organisaatiossa. Rt Consulting Team. Seinäjoki.
- Saariluoma, P. (1990) Taitavan ajattelun psykologia. Otava.
- Uusikylä, K., Atjonen, P. (2000). Didaktiikan perusteet.
- Vartiainen, M. (1985). Simulaatio työtaidon kehittäjänä. TKK.
- Wikipedia. (2006). Hydrauliiikka. [<http://fi.wikipedia.org/wiki/Hydrauliiikka>] (Luettu 24.4.2007).

12 LIITTEET

Tämä on liite 1.

***KOKENEEN METSÄKONEASENTAJAN TOIMINTAMALLEISTA TEHDYN
HAASTATTELU/KYSELYTUTKIMUKSEN KYSYMYKSET:***

**Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja
hiljaisen tiedon keruu**



1. Kysely metsäkoneasentajille

MetViro – hankkeen päätavoitteena on kehittää toisen asteen ammatilliseen metsäkoneasentajan-koulutukseen älykäs ja virtuaalinen oppimisympäristö, jonka avulla asentajakoulutuksen vaikuttavuutta, laatua ja alan houkuttelevuutta voidaan tukea. Virtuaalinen oppimisympäristö perustuu hydrauliseen reaaliaikaisimulointiin ja näistä johdettuihin virtuaalisiin malleihin sekä hydraulikan, opetuksen, ongelmaratkaisun ja kokeneen asentajan osaamisen käsitteellisiin malleihin. Oppimisympäristö mahdollistaa hydraulisen järjestelmän rajauksessa opettajan työvälineet tehtäväkuvauksen määrittelyyn, suunnitteluun, toteutukseen ja arviointiin. Lisäksi se tarjoaa vian etsinnän tuen, virtuaalisia mittausmahdollisuuksia, hydraulikkakaaviotason vuorovaikutusten havainnollistuksen, ratkaisuvaihtoehdon päättelyyn, kokeneen asentajan virtuaalisen oppimateriaalin. Ratkaisumalleilla tavoitellaan siirrettävyyttä myös muille toimialoille. Hanketta koordinoi Pohjois-Karjalan ammattiopisto, Valtimo. Hanketta tukevat opetusministeriö, opetushallitus, metsäkonekoulut, metsäkonevalmistajat ja elTRIO – verkosto. Hankkeen kesto: 2006 – 2009. Tutkimus- ja kehitystyö tapahtuu Tampereen teknillisen yliopiston hypermedialaboratoriossa sekä hydraulikan ja automaation laitoksessa. Hypermedialaboratorio vastaa hankkeen oppimisympäristökehityksestä, ympäristön älykkään tutoroinnin kehityksestä sekä kokeneen asentajan toimintamallin hyödyntämisestä. Hydraulikan dynaaminen ja reaaliaikainen mallinnus toteutetaan TTY:n Hydraulikan ja automaation laitoksella. Jotta voisimme kehittää todellisia koulutuksen ja metsäkoneasentajan ammattitaidon kehittämistä tukevia ratkaisuja, näkemyksesi olisi hyvin arvokas. Vastaatko omin sanoin ja ruksaamalla seuraaviin kysymyksiin? Yrityssalaisuuksia ei tarvitse kertoa. Vastaa 31.3.2007 mennessä. Vastaukset käsitellään luottamuksellisesti ja niitä hyödynnetään vain hankkeen kehitystyöhön. Tämän kyselyn on laatinut Kauko Niskanen Taivalkosken metsäoppilaitoksesta. Minä teen myös kyselyn vastauksista yhteenvedon.

Seuraava -->

Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu**2) Ikäsi on ?**

- 20 - 30 vuotta
- 30 - 40 vuotta
- 40 - 50 vuotta
- 50 - 60 vuotta

<-- Edellinen

Seuraava -->

**Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu****3) Kauanko olet ollut metsäkoneasentajan työssä?**

- Alle vuoden
- 1 -3 vuotta
- 3 - 6 vuotta
- 6 -10 vuotta
- yli 10 vuotta

<-- Edellinen

Seuraava -->

**Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu****4) Mille metsäkonemerkillä teet pääasiassa metsäkoneasentajan työtä ?**

- John Deere
- KomatsuForest
- Logset
- NokkaProfi
- Ponsse

<-- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

5) Oletko saanut metsäkoneasentajan työhösi koulutusta ? Vastaa ruksilla vaihtoehtoihin, voi olla useitakin vastauksia !

- En ole saanut ollenkaan
- Oppinut työt käytännön töissä
- Oppisopimuskoulutuksessa
- Metsäkoneasentajakoulutuksessa 1-2 vuotta
- Merkkikohtaisessa asentajakoulutuksessa

<-- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

6) Oletko saanut metsäkoneasentajan työhösi jatkokoulutusta, kursseja ? Vastaa ruksilla vaihtoehtoihin, voi olla useitakin vastauksia !

- Konevalmistajan koulutuksia
- Metsäoppilaitosten koulutuksia
- Koulutusta sähkölaitteisiin
- Koulutusta hydraulikkaan
- Koulutusta mittalaitteeseen
- Suorittanut auton asentajakoulutuksen
- Jokin muu koulutus
- Suorittanut amk- tai muun tutkinnon

<-- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

7) Millaista lisäkoulutusta tarvitset metsäkoneen vianetsintään ?

- Sähkölaitekoulutusta
- Hydraulikkakoulutusta
- Mittalaitteiden koulutusta (automaattinen)
- Vianetsintämedotikkakoulutusta
- Vianhaussa käytävien mittalaitteiden koulutusta
- Tietotekniikkakoulutusta
- Itsediagnostoivien laitteiden koulutusta

<-- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

8) Millaisia vianhaun apuvälineitä Teillä on käytössä ?

- Painemittareita
- Digitaalisia painemittareita
- Yleismittareita sähköisten arvojen mittaukseen
- Digitaalisia sähkömittareita, muistilla, erilaisilla ohjelmilla varustettuna
- Kannettava tietokone
- Kannettava tietokone erilaisilla mittausohjelmilla varustettuna
- Virtausmittareita
- Lämpötilamittareita
- Kosketuksettomia lämpötilamittareita
- Koestuskyniä, mm. magneettikentän toteamiseen
- Konevalmistajan diagnostoivia mittavälineitä, mm. tallentavat, sähköisten, hydraulisten, lämpötila tietojen käsittelyyn
- Muita apuvälineitä

<-- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

9) Mitkä ovat yleisimpiä vikoja, jotka vaikuttavat hydraulikkajärjestelmän toimintaan? Aseta tärkeysjärjestykseen: 1 tärkein - 5 vähiten tärkein.

	1	2	3	4	5
1. Mekaaniset viat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Hydrauliset viat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. En osaa sanoa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Sähköiset viat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Mittalaitteen (automaatiikan) asetuksien viat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<-- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

10) Mitkä ovat yleisimpiä mekaanisia vikoja, jotka vaikuttavat hydraulikkajärjestelmän toimintaan? Aseta tärkeysjärjestykseen: 1 tärkein - 10 vähiten tärkein.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Hydraulikkasyylinteri / hydraulikkamoottori irti, tapit irti, poikki	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Hydraulikkaletku vuotaa, irti, poikki	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Tiivistevuodot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. En osaa sanoa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Roskat hydraulikassa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Hydraulikkakomponenttien hiushalkeamat, vuodot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Keskitysjohtojen kuoleutuminen, katkeaminen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Hydraulikkaöljyn lämpeneminen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Suuntaventtiilikarojen takertelu, keskittymisongelma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Muu vika	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<-- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

11) Mitkä ovat yleisimpiä hydraulisia vikoja, jotka vaikuttavat hydraulikkajärjestelmän toimintaan ? Aseta tärkeysjärjestykseen: 1 tärkein - 10 vähiten tärkein.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Hydraulikkaöljyn lämpeneminen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Hydraulikkapumppu kavitoi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Hydraulikkaöljyn puuttuminen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. En osaa sanoa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Hydraulikkaöljyn viskositeetti on väärä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Hydraulikan mitoitus on väärä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Roskat hydraulikassa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Hydraulinen paine on väärä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Tilavuusvirta ei ole oikea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Toimilaitteen nopeuden säätö ei toimi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

12) Mitkä ovat yleisimpiä sähköisiä vikoja, jotka vaikuttavat hydraulikkajärjestelmän toimintaan ? Aseta tärkeysjärjestykseen: 1 tärkein - 10 vähiten tärkein.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Anturivika pulssianturissa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Anturivika induktiivisessa anturissa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Anturivika kapasitiivisessa anturissa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. En osaa sanoa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Virta (mA) esiohjusventtiilillä ei ole oikea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Sähkökaapelivikoja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Jännite (V) esiohjusventtiilillä ei ole oikea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Sähköisten komponenttien (anturit, katkaisijat, ledit, diodit jne.) viat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Sähköjohdin irronnut liittimestä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Huono kontakti liittimissä, hapettuminen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

13) Mitkä ovat yleisimpiä mittalaitteen asetuksista johtuvia vikoja, jotka vaikuttavat hydraulikkajärjestelmän toimintaan? Aseta tärkeysjärjestykseen: 1 tärkein - 8 vähiten tärkein.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Ruksit valikoissa väärissä paikoissa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Apti - asetukset väärin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Hintalistat ovat väärin aseteltu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. En osaa sanoa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Päivitykset eivät ole ajan tasalla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Ohjelmistovirheet sovelluksissa tai ne eivät sovi yhteen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Tietokoneissa, solmuissa vikoja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. CAN- tai vastaavan väyläviat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

14) Millaisissa vioissa metsäkonekuljettajan / -asentajan puutteelliset tai väärä ymmärrys haittaa oikein ratkaisun löytymistä? 1 tärkein - 5 vähiten tärkein.

	1	2	3	4	5
1. Mekaaniset viat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Hydrauliset viat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. En osaa sanoa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Sähköiset viat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Mittalaitteen (automaatiikan) asetuksissa viat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

15) Minkä vuoksi em. vikoja ei osata ? Aseta tärkeysjärjestykseen: 1 tärkein - 4 vähiten tärkein.

	1	2	3	4
1. Rajata oikein vikamahdollisuuksia pois	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Valita perusteltuja menetelmiä vianhakuun	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Korjata oikein tai korjaus jää vaillinaiseksi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. En osaa sanoa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<-- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

16) Miten itsediagnosoivia järjestelmiä hyödynnetään ? Aseta tärkeysjärjestykseen: 1 tärkein - 4 vähiten tärkein.

	1	2	3	4
1. Metsäkoneenkuljettajan toiminnan tukena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Metsäkoneasentajan toiminnan tukena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Yrityksen huolto- ja korjaustoiminnan tukena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. En osaa sanoa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<-- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttötyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

17) Mikään liike ei toimi vaikka kone on käynnissä ja hydraulikkaöljyä on säiliössä riittävästi. Aseta tärkeysjärjestykseen: 1 tärkein - 6 vähiten tärkein.

	1	2	3	4	5	6
1. Saako esiohjausventtiili virtaa, testaus käsiohjauksella?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Pyöriikö pumppu?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Testataan kuormittuuko pumppu, jarrujen lataus tai nosturin toiminnolla.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Paineenmittaus pääpainelinjasta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Testataan löytyykö järjestelmän maksimi- ja kevennyspaine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Testataan löytyykö esiohjauspaine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<- Edellinen

Seuraava ->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttötyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

18) Kuormain liikkuu suhteellisen normaalisti, mutta ei saavuta maksimi tehoa varsinkaan öljyjen lämmitessä. Aseta tärkeysjärjestykseen: 1 tärkein - 10 vähiten tärkein.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Saako esiohjausventtiili tarpeeksi virtaa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Testataan kuormittuuko pumppu, jarrujen lataus tai nosturi toiminnalla..	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Paineen mittaus, pääpainelinjasta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Testataan löytyykö järjestelmän maksimi- ja kevennyspaine.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. LS - paineen mittaus, onko osakuormapaineita olemassa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Varmistetaan onko tarpeeksi LS linjan paineen mittaus kaikilla toimilaitteilla erikseen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Onko esiohjauspainetta ilman liikettä ja liikkeiden kanssa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Pumpun painesäätimen testaus, tarkastus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Pumpun testaus, kulmansäätö herkkyys (reagointi), mahdollinen ohivuoto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Pääpaine varon tarkastus, ohivuoto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<- Edellinen

Seuraava ->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

Vianhaun rajaaminen:

SUURE:



19. Miten lähdet rajaamaan vikaa metsäkoneessa, yllä olevan kuvan vihjeen perusteella. Millä kahden hydrauliseen suureen avulla lähdet rajaamaan vikaa? Vastaa ruksilla alla olevista vaihtoehdoista mielestäsi oikeat vastaukset!

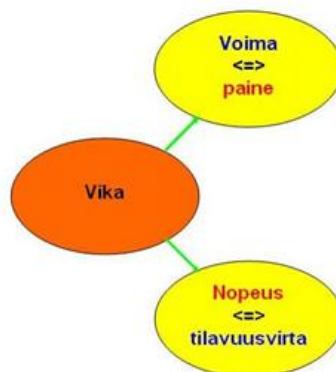
- Virta
 Jännite
 Paine
 Tilavuusvirta

<- Edellinen Seuraava ->

Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

Vianhaun rajaaminen:

SUURE:



20. Oletko edellä ja yllä olevan kuvan mukaisen oppimispolun vianetsintämedotikasta samaa mieltä?

- Täysin samaa mieltä
 Jokseenkin samaa mieltä
 En osaa sanoa
 Jokseenkin eri mieltä
 Täysin eri mieltä

<- Edellinen Seuraava ->

Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

Vianhaun rajaaminen:



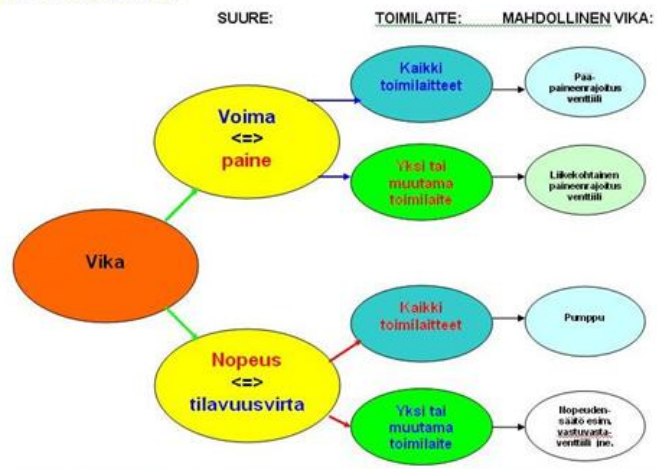
21. Oletko edelleen samaa mieltä ja yllä olevan kuvan mukaisen oppimispolun vianetsintämeditatiivista?

- Täysin samaa mieltä
- Jotseenkin samaa mieltä
- En osaa sanoa
- Jotseenkin eri mieltä
- Täysin eri mieltä

[<- Edellinen](#) [Seuraava ->](#)

Kokoneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

Vianhaun rajaaminen:

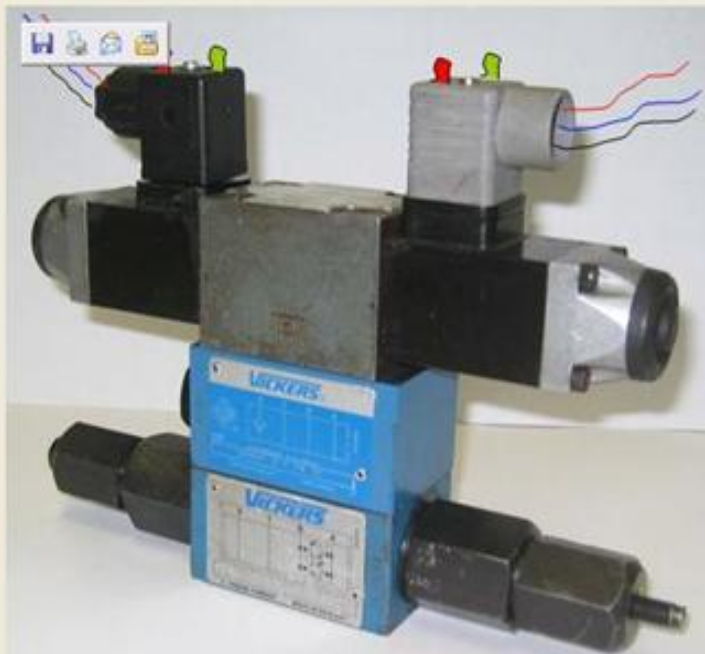


22. Oletko vieläkin samaa mieltä ja yllä olevan kuvan mukaisen oppimispolun vianetsintämedotikasta?

- Täysin samaa mieltä
- Jokseenkin samaa mieltä
- En osaa sanoa
- Jokseenkin eri mieltä
- Täysin eri mieltä

[<- Edellinen](#) [Seuraava ->](#)

Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu



23. Yllä olevassa kuvassa on sähköohjattu hydraulikan esiohjausventtiili.

Aseta alla olevat mahdolliset sähköiset vikavaihtoehdot tärkeysjärjestykseen, 1 ensimmäiseksi tärkein vianhakutoiminto ja 9 vähimmän tärkein vianhakutoiminto!

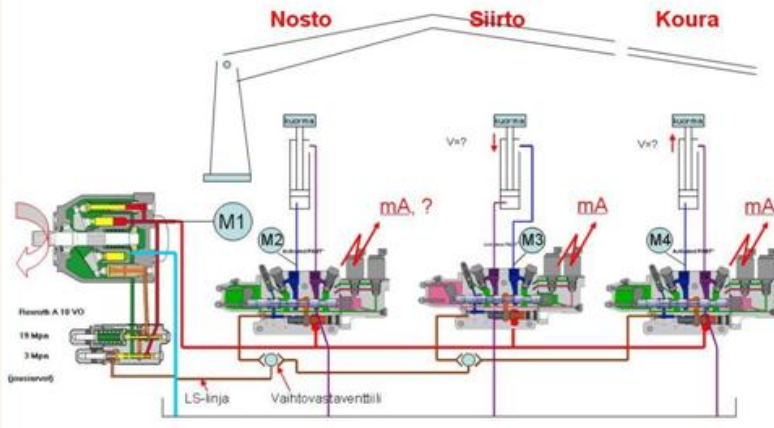
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Onko tullut mittalaitteen näytölle (automaatikasta) vikailmoitusta?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Mittalaitteen (automaatikan) vianhakutoiminnolla selvitan, että meneekö Hirsman -liittimelle virtaa ja kuinka paljon?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Syttyykö Hirsman -liittimellä oleva vihreä ledi?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Vaihdan viereisen magneettiventtiilin Hirsman -liittimen ja kokeilen ko. venttiilin kytkimellä toimiiko hydraulikan esiohjausventtiili?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1. Vaihdan viereisen magneettiventtiilin Hirsman -liittimen ja kokeilen ko. venttiilin kytkimellä toimiiko hydraulikan esiohjausventtiili?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Kuuntelen magneettiventtiilitä mahdollisesti kuuluvaa ääntä, napsausta?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Kokeilen magneettiventtiilin pinnalta / läheisyydestä magneettikenttää pienellä ruuvimeisselillä, rautalangan pätkällä tai magneettikentän koestuskynällä?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Mittaan Hirsman -liittimelle tulevan virran (mA) määrää yleismittarilla?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Internetin kautta toimivan konevalmistajan vianhakuohjelman käyttö?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<-- Edellinen

Seuraava -->

Kokoneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

Kuormantunteva hydraulikkajärjestelmä 3:lla toimilaitteella



24. Vianhakoesimerkki HDireet: Jos haluat nostaa kuormainta (nosta) pelkästään, niin se ei nouse, mutta jos samanaikaisesti käytät siirtoa ja/tai kouraa, niin nosto lähtee myös toimimaan? Missä mahdollisesti vika voi olla? Aseta tärk.järj.- 1 tärk - 8 vä

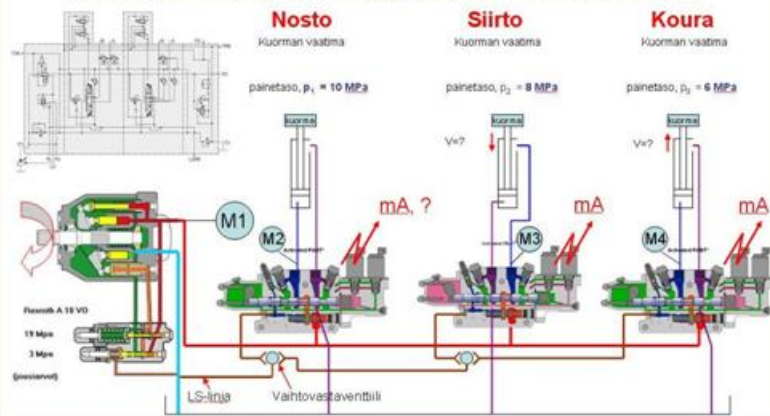
1. Pumppossa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Suuntaventtiilissä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Pumpun painesäätimessä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Noston suuntaventtiilivaipeassa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Noston LS-linjassa vuoto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Nosto - siirron välisessä vaihtoventtiilissä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Noston magnetiventtiili ei tule virtaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Noston suuntaventtiilivaipean karat jumittavat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<- Edellinen Seuraava ->

Kokoneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

Tehtäväkuvaus

Kuormantunteva hydraulikkajärjestelmä 3:lla toimilaitteella

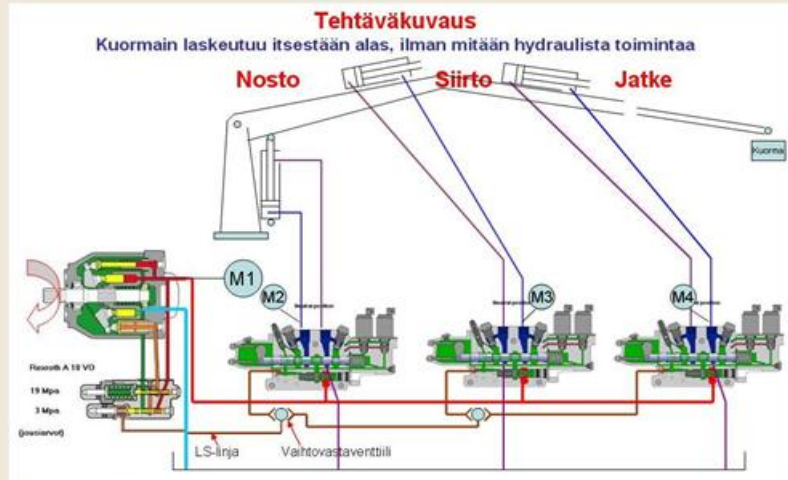


25. Mikä on hydraulikan painetaso mittauspisteessä M1, kun käytetään siirtopuomin liikettä ?

- 1. 3 MPa
- 2. 6 MPa
- 3. 8 MPa
- 4. 10 MPa
- 5. 11 MPa
- 6. 19 MPa
- 7. 22 MPa

<- Edellinen Seuraava ->

Kokoneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

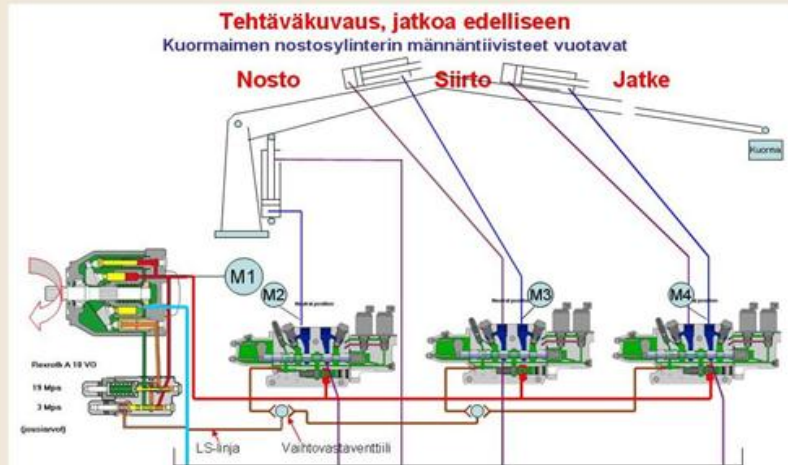


26. Kuormain näyttää laskeutuvan alaspihin, nostosylinterin männänvarsi menee sisään. Missä voi olla vika? Aseta tärkeysjärjestykseen: 1 Tärkeä - 6 väh.tärkeä.

- | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1. Ulkoinen vuoto noston sylinterissä | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2. Ulkoinen vuoto noston letkussa | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2. Nosto suuntaventtiilin liikekohtainen varoventtiili vuotaa | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3. Männän tiivisteet vuotavat | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4. Noston kara ei keskeyty | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5. Ulkoinen vuoto noston suuntaventtiiliväpaleessa | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6. Mekaaninen vika | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

<- Edellinen Seuraava ->

Kokoneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu



Mitä muuta se aiheuttaa, kuin puomiston alas laskeutumisen?

27. Nostosylinterin männäntiivisteet vuotavat => puomisto laskeutuu. Mitä se aiheuttaa? Miten voidaan vika paikallistaa?
- 1. Hydraulikaalijä lämpenee => kokeillaan kädellä lämpötilaa nostosylinteristä
 - 2. Vuotoöljy menee suoraan säiliöön => ilkaa säiliöön
 - 3. Turvallisuusriski
 - 4. Männäntiivisteet palavat
 - 5. Ei aiheuta toimenpiteitä
 - 6. Männäntiivisteet vaihdettava
 - 7. Tehdään ns. sylinteritesti

<- Edellinen Seuraava ->

Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

28) Ongelma toimilaitteiden liikenopeuksien välinen ero esim. jalustankääntö liikkeellä toinen liikesuunta on selkeästi hitaampi, vaikka ohjausvirta on lähes samansuuruinen. Luettelo vikaheitoja ?

<-- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

29) Valitse yksi yleinen huolto- ja korjaustoiminnassa havaitsemasi ongelma, jonka osaamista toivot kehitettävän. Kuvaa ongelmatilannetta, ongelmarajaus-, päättely-, mittaus, korjaus-, ja tarkastusprosessi yksityiskohtaisesti. Tärkeätä olisi kuvata myös miten

<-- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

30) Millaisia metsäkoneasentajan "peukalosäntöjä" (esim. vian puolitus, poissulkeminen, testit) on käytössä ?

<-- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

31) Osaavatko metsäkoneenkuljettajat kuvata viat riittävän selkeästi, jotta asentaja osaa päätellä vian aiheuttajan ?

<-- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

32) Mitkä viat ovat usein väärin tulkittuja ? Esimerkiksi oireet voivat viitata useaan eri vikaan.

<-- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

33) Mitkä ovat haastavimpia vikoja löytää ja korjata ? Esimerkiksi oire saattaa näkyä vuotona, mutta syynä onkin liian suuri painetaso.

<-- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

34) Oliko tämä kysely mielestäsi asiallinen ?

- 1. Täysin samaa mieltä
- 2. Jokseenkin samaa mieltä
- 3. En osaa sanoa
- 4. Jokseenkin erimieltä
- 5. Täysin eri mieltä

<-- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

35) Mittasiko kysely mielestäsi kokeneen asentajan tietoja ja taitoja ?

- 1. Täysin samaa mieltä
- 2. Jokseenkin samaa mieltä
- 3. En osaa sanoa
- 4. Jokseenkin erimieltä
- 5. Täysin eri mieltä

<-- Edellinen

Seuraava -->



Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja hiljaisen tiedon keruu

36) Oliko tämä kyselyllä mielestäsi ?

- 1. Liian laaja
- 2. Laaja
- 3. En osaa sanoa
- 4. Sopiva
- 5. Suppea

<-- Edellinen

Seuraava -->

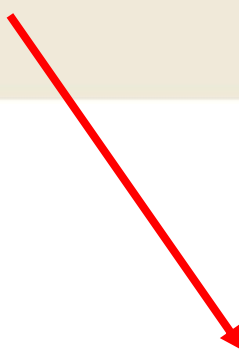


**Kokeneen metsäkoneasentajan mallikäyttäytyminen vianetsinnässä ja
hiljaisen tiedon keruu**

37) Paljonko Sinulla meni aikaa tämän kyselyn vastaamiseen ?

- 1. n. 0,5 tuntia
- 2. n. 1,0 tuntia
- 3. n. 1,5 tuntia
- 4. n. 2,0 tuntia
- 5. n. 2,5 tuntia
- 6. n. 3,0 tuntia

<-- Edellinen Lähetä



Lämmin kiitos vastauksestasi Sinulle !!!

Vastuksia käsitellään luottamuksellisesti !

**Vastausten perusteella kehitetään MetViro -
oppimisympäristön kokeneen asentajan toimintamalleja !!!**

Kauko Niskanen