

Samu Sandberg

**Oppimateriaalin suunnittelu moottorinohjauksen
vianhakuun oskilloskoopilla**

Opinnäytetyö

Syksy 2011

Tekniikan yksikkö

Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma

Auto- ja työkonetekniikan suuntautumisvaihtoehto



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö
Koulutusohjelma: Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Samu Sandberg

Työn nimi: Oppimateriaalin suunnittelu moottorinohjauksen vianhakuun
oskilloskoopilla

Ohjaaja: Jukka Aarnio

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 40

Liitteiden lukumäärä: 2

Tässä työssä tutkittiin oppimateriaalin suunnittelua ja kehitystä kehittyvään oppimisympäristöön Länsirannikon Koulutus Oy WinNovalle. Tutkimuksen aikana kehitettiin oppimateriaali moottorinohjauksen vianhakuun oskilloskoopilla. Oppimateriaali on kehitetty oppimisympäristöön Volkswagen Golf 2010 henkilöauton ympärille.

Työ toteutettiin perehtymällä oppimisympäristöön, sen mahdollisuuksiin ja oppilaitoksen tarpeisiin. Oppimateriaalin suunnittelussa on otettu huomioon oppimisympäristössä ja oppimateriaaliin vaikuttavia pedagogisia näkökulmia sen opettavaisuuden edistämiseksi. Työssä tutkittiin myös autoalan ammatillisen perustutkinnon perusteita oppimateriaalin soveltuvuuden selvittämiseksi.

Työn tuotoksena tutkimuksen pohjalta syntyi oppimateriaalipaketti, jonka avulla oppimisympäristössä voidaan opettaa monimuotoisesti moottorinohjauksen vianhakua oskilloskoopilla.

Asiasanat: oppimateriaali, oppimisympäristö, oskilloskooppi, moottorinohjaus,

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automotive and Transportation Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Samu Sandberg

Title of the thesis: Designing the study material for the oscilloscope diagnostic of the engine control system

Supervisor: Jukka Aarnio

Year: 2011 Number of pages: 40 Number of appendices: 2

This thesis was about designing the study material for the oscilloscope diagnostics of the engine control system. Thesis was made for Länsirannikon Koulutus Oy WinNova. The output of the thesis is used in their new learning centre, which was build around the new Volkswagen Golf 2010 passenger car.

The thesis was made by getting familiarized with the learning centre and its possibilities and needs of vocational school. The design of the study material was made by considering the pedagogical aspects of studying that can improve its instructiveness. Also the fundamentals of vocational automotive degree were studied to solve where the study material can be used in teaching and how it fits in to the curriculum.

As an output of the thesis a study material package was created. The material can be used to teach the diagnosing engine control system with an oscilloscope to individual students or a groups in a learning centre.

Keywords: study material, learning centre, oscilloscope, engine control

SISÄLTÖ	
KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET.....	5
KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO.....	6
1 JOHDANTO.....	7
1.1 Tutkimuksen tausta	7
1.2 Länsirannikon Koulutus Oy WinNova.....	10
1.3 Oppimisympäristö ja opetusvälineet.....	10
1.3.1 VW Golf / CGGA Moottori	12
1.3.2 Oskilloskooppi.....	13
1.3.3 Break-Out-Box	15
2 OPPIMATERIAALI JA SEN KEHITYS	16
2.1 Suunnittelu	16
2.1.1 Piirikaavioiden suunnittelu.....	17
2.2 Pedagogiset huomiot materiaaliin liittyen	18
2.2.1 Oppimisen motivaatio	19
2.2.2 Ryhmässä työskentely	20
2.2.3 Tekemällä oppiminen	21
2.3 Oppimateriaalissa käytetyt lähdemateriaalit.....	22
2.3.1 Kirjallisuus ja artikkelit.....	23
2.3.2 Volkswagen erWin online.....	24
2.3.3 Luotettavat internet lähteet.....	25
2.3.4 Mittaukset.....	26
3 OPPIMATERIAALIN RAKENNE JA KÄYTTÖKOHTEET	27
3.1 Rakenne.....	27
3.1.1 Sähkötekniikan perusteet.....	27
3.1.2 Mittalaitteet.....	28
3.1.3 Volkswagen CGGA moottorinohjaus.....	28
3.2 Oppimateriaalin arviointi.....	29
3.3 Oppimateriaalin yhdistäminen opetukseen	31
3.3.1 Autoalan perustutkinnon perusteiden rakenne.....	32
3.3.2 Materiaalin käyttökohteet tutkinnon osiin jaettuna.....	33
4 YHTEENVETO.....	35
LÄHTEET.....	37
LIITTEET.....	39

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Break-Out Box	Laitteisto, jolla voidaan tuoda sähköjärjestelmässä olevat tärkeät mutta vaikeasti mitattavissa olevat mittauspisteet käyttäjän läheisyyteen.
CGGA	Oppimisympäristössä käytettävän Volkswagen Golf 2010 henkilöauton 1.4 bensiinimoottorin tyyppikoodi.
Pedagogiikka	Kasvatustiede jossa tutkitaan kasvatusta, opetusta ja koulutusta.

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

KUVIO 1. Oppimisympäristö	11
KUVIO 2. Volkswagen Golfin CGGA-moottori mittausvalmiina	12
KUVIO 3. Oskilloskooppikuvaaja polttoainesuuttimesta	14
KUVIO 4. Break-Out Box	15
KUVIO 5. Yenka ohjelmalla tehty esimerkkikuva havainnollistaa Kirchoffin virtalain toiminnan	18

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on toteutettu Länsirannikon Koulutus Oy WinNova:n Porin toimipisteen Ajoneuvo- ja kuljetustekniikan yksikölle. Opinnäytetyössä tutkitaan oppimateriaalin suunnittelua, toteutusta ja pedagogisia näkökohtia, jotka vaikuttavat oppimateriaalin suunnitteluun ja käyttöön.

Opinnäytetyössä suunniteltava oppimateriaali on osa oppimisympäristöä, jonka avulla pystytään opettamaan nykyaikaisen ajoneuvon elektroniikkajärjestelmiä. Oppimateriaalin tarkoituksena on perehdyttää opiskelija nykyaikaisen ottomootorin moottorinohjauksen toimintaan sekä sen anturien ja toimilaitteiden vianhakuun käyttäen oskilloskooppia. Lisäksi oppimateriaalilla pyritään kannustamaan oppilasta oskilloskoopin käyttöön vianhaun suorittamisessa. Käyttämällä oskilloskooppia vianhakuprosessissa voidaan usein vianaiheuttajasta varmistua, jolloin diagnoosi ei nojaa pelkkään vikakoodiin.

Opinnäytetyön tavoitteena onkin kehittää hyvin suunniteltu ja perusteltu oppimateriaali oppimisympäristön Volkswagen Golf -henkilöauton CGGA-tyypin moottorin moottorinohjauksen vianhakuun oskilloskoopilla.

1.1 Tutkimuksen tausta

Tammikuussa 2007 Porin ammattiopiston silloinen tuntiopettaja ja nykyinen koulutuspäällikkö Ville Rajala oli tutustumassa saksalaisen Handwerkskammer Schwerinin oppilaitoksen auto-osastoon. Vierailulla ihmetyttävä asia oli opetuksessa käytettävien välineiden määrä: moottoreita, eri osajärjestelmien opetustauluja, testereitä ja korjaamokirjallisuutta oli paljon. Vierailun aikana Ville lähestyi koulun avustuksella Volkswagenin autotehdasta ja selvitti mahdollisuuksia oppimateriaalin hankintaan Porin ammattiopistolle. Koulun ja autotehtaan välinen kumppanuus lähti käyntiin ja oppimateriaalia ostettiinkin erä nopealla aikataululla.

Yhteistyökumppanuus mahdollisti anomuksen myös kokonaisen ajoneuvon ostosta, joten anomuspaperit laitettiin menemään.

Kolme vuotta myöhemmin eli keväällä 2010 oppilaitoksen pihalle rantautui täydellinen VW Golf henkilöauto. Oppilaitos oli tuolloin jo yhdistynyt muutaman muun oppilaitoksen kanssa Länsirannikon Koulutus Oy WinNovaksi. Auton saapumisen jälkeen siitä alettiin muodostamaan oppimisympäristöä työharjoittelujakson aikana. Golf on yksikön harjoittelukohteista selvästi nykyaikaisin, ja täten sen on määrä muodostua sähkötekniikan opetuksessa tärkeäksi oppimisympäristöksi.

Työharjoittelujakson aikana huomattiin koulun oppimateriaaleissa vaje nykyaikaisen ajoneuvon sähköjärjestelmien tutustumiseen ja vianhakuun liittyen. Henkilökohtainen kiinnostus ajoneuvojen moottorinohjauksen toimintaan ja sen nykyaikaiseen vianhakuun kasvoi kevään mittaan. Päätimme valita syksyllä suorittamieni projektiopintojeni aiheeksi "Volkswagenin muuntamisen oppimisympäristöksi". Kahden kuukauden mittaisen projektiopintojen aikana Golf muunneltiin vastaamaan opetuksen tarpeita niin mittauspisteiden kuin myös työkaluhankintojen osalta.

Merkittävänä tekijänä opinnäytetyön aiheen valinnassa oli oppilaitoksen hankkima 8-kanavainen oskilloskooppi ja sen hyödyntämismahdollisuudet moottorinohjauksen vianhaussa – niin henkilökohtaisena kiinnostuksena, kuin myös opetukseen liitettävä osa-alueena.

Oppimateriaalin ja Golfin ympärille rakennetun opetusympäristön avulla pyrittäisiin vastaamaan autotekniikan nopean kehittymisen asettamiin vaatimuksiin nykyajoneuvon sähköjärjestelmien opetuksessa. Opiskelijoiden sähköjärjestelmien tuntemuksen luulisi oleellisesti lisäävän myös työmarkkina-arvoa, sillä nykyään mekaanikolta vaaditaan hyvää sähköntuntemusta. Opetusympäristön ja oppimateriaalin ideana onkin antaa opiskelijalle mahdollisuus tutustua syvällisesti moottorinohjauksen toimintaan ja vianhakuun. Opetusympäristön avulla opiskelija voi kehittää taitojaan, joita varmasti myös autoalan työnantajat arvostavat.

Ajoneuvon moottorinohjaukseen liittyvän oppimateriaalin tarpeesta olen saanut hyvää osviittaa työelämän puolella tapahtuneista eri tilanteista, joita olen kokenut jo varsin vähäiselläkin työelämän kokemuksella. Ajoneuvoalalla tulee varmasti jatkossakin olemaan eniten puutetta sähkötekniikan osaamisessa, koska sähkötekniikan määrä ajoneuvoissa on kasvanut reilusti 2000-luvulla, joten korjaamoille tulevien ajoneuvojen viat ovat enenevässä määrin sähkötekniikkaan liittyviä. Vaikkakin ajoneuvokanta on vanhenemassa, silti korjaamoilla käyvien autojen keski-ikä ei ole muuttumassa samassa suhteessa. Vuosi vuodelta korjaamoilla käyvät ajoneuvot sisältävät aina vain uudempaa tekniikkaa. Sähkötekniikan opetuksen tärkeyttä ei varmasti voi ikinä liikaa korostaa, ja omasta mielestäni sitä tulisikin reilusti lisätä.

Varaosamyöntikokemuksen taustalta on aistittavissa sähkövikojen väärää diagnooseja, mitkä on usein muodostettu esimerkiksi pelkän vikakoodin perusteella. Tällöin korjaamo tilaa uuden osan ehjän tilalle ja vika ei poistu. Yleinen sähköntuntemuksen heikko tilanne on huomattavissa myös tilanteista, joissa osan tilaavan korjaamon asentaja kysyy varaosamyöntä neuvoa kuinka esimerkiksi tietty anturi todetaan vialliseksi. Usein kyseisissä tilanteissa on vielä kyseessä ihan perussähköjärjestelmien antureita, joita on ollut autoissa jo vuosikymmeniä.

Korjaamotoiminnan kokemuksen taustalta sähköjärjestelmien tuntemuksen puutteen voi havaita tilanteista, joissa asentaja pyrkii tekemään diagnoosin joko pelkän vikakoodin perusteella tai diagnoosin pelkän kokemuksen perusteella. Tällöin asentaja vaihtaa osan jonka hän luulee olevan rikki, koska viimeksikin vastaavanlainen oire ilmeni ja korjaantui osan vaihtamalla. Esimerkiksi pakokaasupäästöjen ollessa liian korkealla ja katalysaattorin ollessa rikki asentaja vaihtaa lambda-anturin sitä testaamatta, koska asentaja mieltää kyseisen oireen lambda-anturin yleiseksi syyksi. Lambda-anturi vaihdetaan ja vika ei korjaannu, tällöin vasta ruvetaan tutkimaan katalysaattorin toimintaa tarkemmin.

1.2 Länsirannikon Koulutus Oy WinNova

1. tammikuuta 2010 Porin ammattiopisto, Rauman ammattiopisto, Innova Länsi-Suomen Aikuiskoulutuskeskus ja Porin aikuiskoulutuskeskus yhdistyivät yhdeksi suureksi koulutuskeskukseksi eli Länsirannikon Koulutus Oy WinNovaksi. (Länsirannikon Koulutus Oy WinNova 2011)

WinNovalla on yli 30 eri perustutkintoon ja noin 90 eri ammatti- ja erikoisammattitutkintoon johtavaa koulutusta, tämä tekeekin WinNovasta monialaisen ammatillisen oppilaitoksen. Toimipisteet sijaitsevat Porissa, Raumalla, Ulvilassa ja Laitilassa. Koulutusyhtiössä on henkilökuntaa on noin 800 ja oppilaita noin 6000. WinNovan liikevaihto on yli 60 miljoonaa euroa. (Länsirannikon Koulutus Oy WinNova 2011)

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Porin Professorintien yksikön Ajoneuvo- ja kuljetustekniikan yksikkö. Ajoneuvo- ja kuljetustekniikan yksikössä koulutetaan autoalan perustutkintoon ajoneuvoasentajia ja autonkorjajia sekä logistiikan perustutkintoon autonkuljettajia. Opetusryhmiä on 9 eli kolme kutakin ikäluokkaa. Yksikössä työskentelee 10 opettajaa.

Opinnäytetyön yhteyshenkilönä WinNovassa toimii Ville Rajala, joka toimii myös Ajoneuvo- ja kuljetustekniikan koulutuspäällikkönä.

1.3 Oppimisympäristö ja opetusvälineet

Oppimisympäristöllä tarkoitetaan opiskelun ja oppimisen tapahtumapaikan kokonaisuutta, joka koostuu fyysisestä ympäristöstä, psyykkisistä tekijöistä ja sosiaalisista suhteista. (Opetushallitus 2004)

Fyysiseen oppimisympäristöön luetaan tilat, opetusvälineet ja oppimateriaalit. Psykkinen ja sosiaalinen oppimisympäristö rakentuu oppilaan kognitiivisista ja emotionaalista tekijöistä sekä vuorovaikutukseen ja ihmissuhteisiin liittyvistä tekijöistä. Oppimisympäristön tulisi tukea oppilaan oppimismotivaatiota ja

utelaisuutta sekä edistää aktiivisuutta ja luovuutta tarjoamalla kiinnostavia haasteita ja ongelmia. Hyvässä oppimisympäristössä voidaan käsitellä aihe omassa asiayhteydessä suoraan käytännön työhön liittyvänä. (Opetushallitus 2004)

Volkswagen Golf -henkilöauton ympärille on perustettu oma oppimisympäristönsä, jonka suunnitteluun on omassa pedagogisiin opintoihin liittyvässä kehityshankkeessaan perehtynyt Mauri Linnanketo. Kehityshankkeessa on suunniteltu Golf -henkilöauton ympärille rakennettavaksi oppimisympäristö, jonka tavoitteena on kehittää autoalan perustutkinnon opiskelijoiden mahdollisuuksia moottori- ja alustaelektroniikan oppimiseen. Alla olevasta kuvasta (KUVIO 1) nähdään, kuinka oppimisympäristössä voidaan havainnollistaa ja opettaa moottorielektroniikan vianhakua käyttäen esimerkiksi oskilloskooppia.

Kehityshankkeen ja muun suunnittelun perustalta oppimisympäristö on sijoitettu täysin omaan opetustilaansa, jossa on vain sitä varten varattu tila ja työkalut. Oppimisympäristön tämänhetkisinä tärkeimpinä työkaluina ovat oskilloskooppi, moottorinohjauksen Break-Out Box, funktiogeneraattori ja jännitelähde.

Oppimisympäristön opetustilan päälle on myöskin suunniteltu omaa luokkahuonetta, joka mahdollistaisi useampien oppilaiden samanaikaisen opettamisen opetuskohteen ollessa kuitenkin hyvin lähettyvillä.



KUVIO 1. Oppimisympäristö

1.3.1 VW Golf / CGGA Moottori

Oppimisympäristön henkilöautona oleva Volkswagen Golf on vuosimallia 2010, eli 2009 vuonna julkaistu Golf VI. Moottorina on Volkswagenin vuonna 2007 markkinoille tuoma nelisylinterinen 1.4 litran CGGA-bensiinimoottori. Moottorin maksimiteho on 59 kW ja maksimivääntö 132 Nm. Moottorinohjausjärjestelmänä on Magneti Marellin kehittämä 4HV -järjestelmä. Moottori vastaa komponenteiltaan nykypäivän perus ottomoottoria. Sytytysjärjestelmä on toteutettu nykyaikaisesti yksittäiskipinäpuolilla. Moottorin imemää ilmamäärää ei mitata, vaan kuormitus tunnustetaan alipaineanturin avulla – järjestelmässä ei siis ole ilmamassamittaria. (Volkswagen AG 2008)

Syksyllä 2010 toteuttamassani projektiopintojaksossa ajoneuvo muutettiin opetuskäyttöön soveltuvammaksi mm. rakentamalla siihen mittauspisteitä ja kytkemällä turvallisuussyistä turvavyö- järjestelmä pois käytöstä, kuitenkin niin, että sitä pystytään tutkimaan. Alla oleva kuva (KUVIO 2) esittää ajoneuvon moottoritalan mittausvalmiuden projektiopintojen jäljiltä. Projektissa myös investoitiin tarjouspyyntöjen pohjalta oskilloskooppi ja moottorinohjainlaitteelle sopiva Break-Out Box -johtosarja.



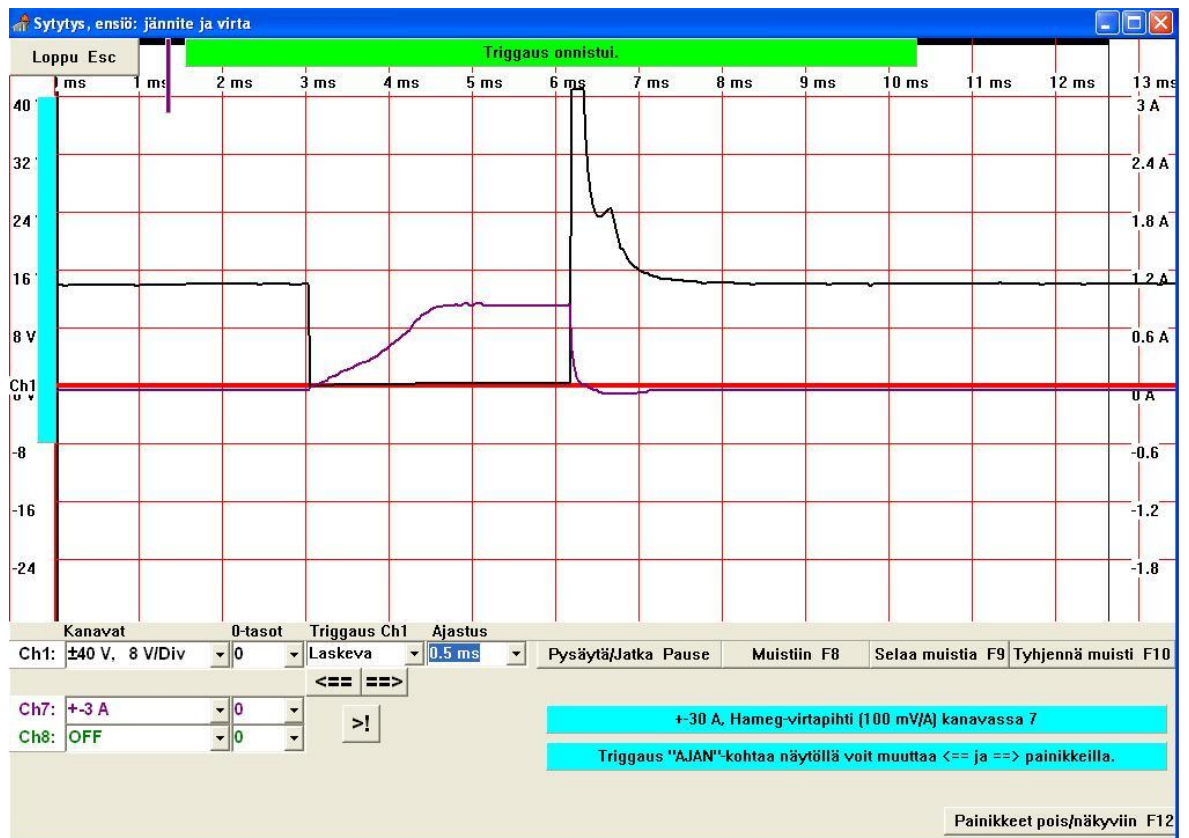
KUVIO 2. Volkswagen Golfin CGGA-moottori mittausvalmiina

1.3.2 Oskilloskooppi

Oppimateriaalin keskeisimpänä työkaluna on oppilaitoksen investoima uusi oskilloskooppi, jota voidaan hyödyntää sähköjärjestelmien vianhaussa. Oskilloskooppi on malliltaan HVM-Systemsin ADAC3000 ja se on digitaalinen 8-kanavainen USB oskilloskooppi, jota käytetään yhdessä Windows-pohjaisen tietokoneen kanssa. Kanavien määrä tarkoittaa seurattavien jännitetulojen maksimimäärää.

Oskilloskooppi on mittalaite, jonka avulla pystytään seuraamaan jännitteen muuttumista ajan suhteen. Niitä on olemassa kahdenlaisia; analogisia ja digitaalisia. Analogisessa oskilloskoopissa mitattava signaali piirretään katodisädeputkelle. Digitaaliset oskilloskoopit tallentavat aaltomuodot muistiin erillisinä signaalinäytteinä, joita oskilloskoopin prosessori lukee muistista. Signaalinäytteiden perusteella muodostetaan signaalin muoto näyttöruutuun. Nykyisin kaikki ammattitason oskilloskoopit ovat toimintaperiaatteeltaan digitaalisia. (Wikström 2011; Halderman 2009)

Oskilloskoopin avulla voidaan suorittaa ajoneuvojen sähköjärjestelmiin lukuisia erilaisia vianhakutoimenpiteitä. Digitaalisen oskilloskoopin toimintaperiaatteesta johtuen voidaan signaalikuvaa myös pysäyttää, tallentaa, tulostaa tai jopa analysoida. (Denton 2006)



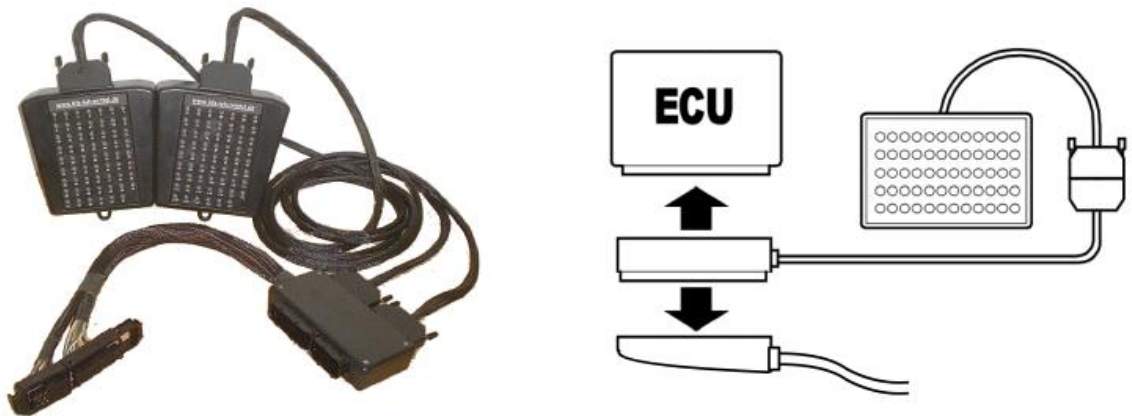
KUVIO 3. Oskilloskooppikuvaaja polttoainesuuttimesta.

Oskilloskooppikuvaajasta voidaan tarkastella esimerkiksi mitattavan komponentin toimintaa. Esimerkiksi yllä olevassa polttoainesuuttimen oskilloskooppikuvaajassa (KUVIO 3) on otettu suuttimen jännite- ja virtakuvaajat. Kuvaajasta voidaan määrittää:

- suuttimen ohjauksen oikeanlainen toiminta moottorinohjainlaitteelta
- suuttimen mekaaniset aukeamis- ja kiinnimenemisajankohdat, joista voidaan päätellä suuttimen oikeanlainen mekaaninen toiminta
- suuttimen käämityksen kunto, eli sen kyky nostattaa jännite tarpeeksi korkealle
- ohjainlaitteessa mahdollisesti olevan suutinpiirin zenerdiodin oikeanlainen toiminta.

1.3.3 Break-Out-Box

Moottorinohjaukseen tehtävien mittausten helpottamiseksi ja järjestelmän eheänä pysymiseksi oppimisympäristöön on hankittu myös Break-Out Box (KUVIO 4). Break-Out Box kytketään moottorinohjainlaitteen ja johtosarjan väliin Y-kappaleella, jolloin se kytkeytyy rinnan moottorinohjauksen johtosarjaan. Tällöin ohjainlaitteen tulo- ja lähtöliittimistä voidaan suorittaa mittauksia turvallisesti ilman johtosarjojen ja liittinten purkamista. Break-Out Boxiin on saatavilla useita eri Y-kappaleita, joten sitä voi jatkossa laajentaa myös muille järjestelmille. (HMV-Systems Oy, [Viitattu 28.10.2011].)



KUVIO 4. Break-Out Box (HMV-Systems Oy)

2 OPPIMATERIAALI JA SEN KEHITYS

Oppimateriaali itsessään on käsitteenä laajentunut, koska käsitteen ulkopuolelle on ongelmallista rajata oppimisen apuvälineet. Yhtä lailla sen määrittely on ongelmallista, koska on vaikeaa todeta mikä osa kaikesta informaatiosta on varsinaista oppimateriaalia. Oppimateriaali käsittääkin kaiken sen informaation, jota käytetään oppimisprosessin aikana. (Vainionpää 2006)

Oppimateriaalikehitys on toteutettu yhdessä vuorovaikutteisesti tämän tutkimuksen ohella, jolloin oppimateriaalia voidaan tarkastella ja päivittää työn ohella. Oppimateriaalin suunnitteluvaiheessa on jo otettu huomioon mahdollisimman informatiivisen oppimateriaalin tuottaminen, jota edesautetaan esimerkiksi suunnittelemalla piirikaavioista mahdollisimman selkeitä siihen soveltuvalla ohjelmalla.

2.1 Oppimateriaalin rakenteen suunnittelu

Oppimateriaalin suunnittelussa on lähdetty täysin puhtaalta pöydältä, eli materiaalin taustalla ei ole koulun käyttämää vanhaa materiaalia. Oppimateriaaliin sisältyvien aiheiden valintaan olen voinut itse melko vapaasti vaikuttaa. Aiheen ja osittain oppimateriaalin kohteiden valinnan taustalla on myös vaikuttanut henkilökohtaiset kiinnostukset ja halu oppia sähköjärjestelmien vianhaku enemmän. Kuitenkin oppimateriaalin pääkohtana on perehtyä moottorinohjauksen vianhakuun oskilloskoopin avulla ja vastata oppilaitoksen tarpeisiin sekä perustaa oppimateriaali ammatillisen perustutkinnon perusteisiin.

Oppimateriaali päätettiin rajata moottorinohjauksen vianhakuun, koska sen testausmahdollisuudet olivat tällä hetkellä monipuoliset ja oppilaitoksella oli tarve bensiinimoottoriin moottorinohjaukseen liittyvään oppimateriaaliin. VW Golf henkilöautossa olisi tosin todella hyvät valmiudet myös muunlaisen järjestelmän,

kuten ajonvakautukseen liittyvään vianhaku-oppimateriaalin suunnitteluun ajoneuvon edustaessa tekniikaltaan käyttöautojen nykypäivää.

Materiaalista päätettiin suunnitella kokonaisuus, josta on helppo irrottaa tiettyjä osakokonaisuuksia erillistä opetusta, muita tutkinnon osia tai harjoitustöitä varten. Oppimateriaalin avulla voidaan näin ollen opettaa täysin ottomoottorin moottorinohjausjärjestelmän toiminta joko kurssimuotona tai käyttämällä oppimateriaalin osaa apuna työosalipuolen töissä.

Materiaalin sisällön ja informatiivisuuden suunnitteluun vaikutti laajalti omat kokemukset ja näkemykset alalta. Opiskeluni aikana onkin muodostunut hyvä kuva hyvästä ja toimivasta oppimateriaalista, tai ainakin kuva materiaalista, joka on itselleni informatiivista. Omasta mielestäni hyvän oppimateriaalin tulee sitoutua aina johonkin käytännön esimerkkiin ja itse oppimistapahtuma tulee esimerkin myötä. Opiskelijat usein myös mieltävät sähkötekniikan vaikeaksi asiaksi, jota ei ole helppo lähestyä. Oppimateriaalin tulisikin olla mielenkiintoinen, jolloin se houkuttelee ja innostaa oppijan perehtymään aiheeseen.

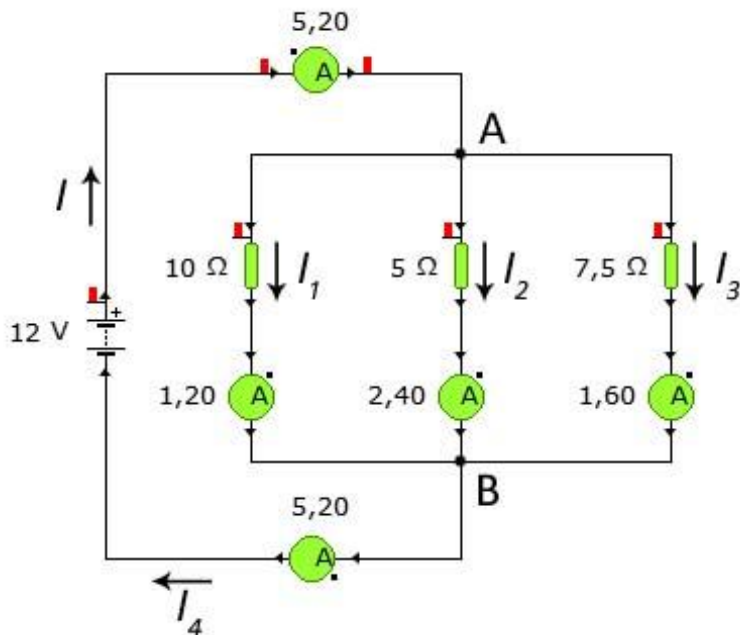
Materiaalin suunnittelussa on pyritty insinöörimäiseen selkeyteen ja asiasisältöön. Oppimateriaali ei suinkaan ole oppikirja, joten graafinen ilme pyrkii olemaan enemmänkin informoiva, itse tehdyn ja kuitenkin tyylikkään näköinen. Materiaali onkin suunniteltu vain WinNovan käyttöön. Materiaali on suunniteltu A4 sivukokoon, fontin ollessa helppolukuinen Calibri. Normaalitekstin fonttikoko on 11 pistettä. Sivun vasempaan laitaan on jätetty 4 cm marginaali mahdollista nidontaa varten.

2.2 Piirikaavioiden suunnittelu

Oppimateriaalissa käytettävien havainnollistavien piirikaaviokuvien piirtämiseen käytettiin Crocodile Clips:in kehittämää Yenka mallinnus-ohjelmaa. Yenka on ohjelmisto jota käytetään opetuskäytössä fysiikan ja elektroniikan simulointiin. Sen avulla voidaan simuloida kytkentöjen toimintaa ja mitata kytkennässä vaikuttavat perussuureet. Ohjelmistosta on saatavilla ilmainen kotikäyttöön tarkoitettu lisenssi,

joka kuitenkin sallii sillä toteutettujen tuotosten julkaisun, mikäli sitä ei käytetä kaupalliseen tarkoitukseen. (Crocodile Clips Ltd. 2010)

Piirikaaviokuvia piirrettiin havainnollistamaan muun muassa Kirchoffin lakien ja joidenkin anturien toimintaa. Piirikaaviokuvaan liitettiin päälle myös omia merkintöjä, kuten laskuissa käytettävien suureiden kuvaajia (KUVIO 5).



KUVIO 5. Yenka-ohjelmalla tehty esimerkkikuva havainnollistaa Kirchoffin virtalain toiminnan.

2.3 Pedagogiset huomiot materiaaliin liittyen

Oppimateriaalin suunnittelussa tulee väkisinkin kohdata ja perehtyä muutamaa pedagogiseen aiheeseen, joita hyödyntämällä oppimateriaalista voidaan luoda mahdollisimman opettavainen. Ohessa on tutkittuna ja mietittynä muutamia seikkoja, jotka ovat vaikuttaneet oppimateriaalin suunnittelu ja toteutusprosessiin.

2.3.1 Oppimisen motivaatio

Motivaatiolla tarkoitetaan ihmisen kykyä suunnata energiansa haluamaansa tavoitetta kohti. Motiivi myös ylläpitää ja suuntaa yksilön käyttäytymistä. Motivaatio voi syntyä yksilön asettamista tai sille asetetuista tavoitteista, jolloin motivaatio aktivoi oppijan päämääränsuuntautuneeseen toimintaan. Toimintaan liittyy myös tarkoitus ja halu saavuttaa asetetut tavoitteet. Usein motivaatio jaetaan sisäiseen ja ulkoiseen motivaation. (Vainionpää 2006, 74–77; Salovaara. 2004 [Viitattu 5.11.2011].)

Sisäinen motivaatio ilmenee tunteena jolloin ihminen toimii omaehtoisesti itsensä vuoksi, ei ulkoisen pakon ohjailemana. Tällöin uuden asian oppiminen voidaan koeta palkitsevana ja oppija voi kokea "ahaa-elämyksen", joka voi johtaa ns. virtauskokemukseen. Virtauskokemus on elämys, joka iskee oppijaan niin syväälle että oppimiskokemus on erittäin mukaansatempaava. Oppilaan sisäisen motivaation kehittymiseen opettaja pystyy vaikuttamaan olemalla kärsivällinen, kannustava ja auttava, käyttämällä erilaisia työtapoja ja antamalla oppilaan valmiuksille sopivia työtehtäviä. (Vainionpää 2006, 74–77; Salovaara. 2004 [Viitattu 5.11.2011].)

Ulkoisessa motivaatiossa itse motivaatio muodostuu näyttämisen halusta, palkkiosta tai rangaistuksen pelosta. Ulkoinen motivaatio voi siis olla esimerkiksi oppijan halu pärjätä opinnoissa. Ulkoinen motivaation avulla voidaan saavuttaa hyviä suorituksia, se ei kuitenkaan ole välttämättä yhtä tehokasta oppimisen kannalta kuin sisäinen motivaatio. Ulkoinen motivaatio voi myös muuttua sisäiseksi motivaatioksi, joka olisikin ihannetilanne oppimisen kannalta. (Vainionpää 2006, 74–77; Salovaara. 2004 [Viitattu 5.11.2011].)

Oppimisympäristössä oppimateriaalin kanssa opiskelu vaatii oppijalta motivaatiota, jotta jonkinlaista oppimista syntyisi. Oppimateriaali itsessään ei luo paineita oppijalle, jolla synnyttäisi ulkoista motivaatiota. Oppimateriaalin avulla pyritäänkin yhdessä oppimisympäristön avulla luomaan virikkeitä, joiden avulla kiinnostus heräisi ja sisäistä motivaatiota muodostuisi. Oppimisympäristö onkin

varmasti ajoneuvo- ja kuljetustekniikan yksikön kiinnostavimpia kohteita, joten sisäisen motivaation syntymiselle on ainakin erittäin hyvät lähtökohdat.

2.3.2 Ryhmässä työskentely

Nykyisin käytetään konstruktivistista oppimiskäsitystä, joka voidaan jakaa erilaisiin suuntauksiin. Konstruktivismi esittää oppimisen oppijan oman toiminnan tuloksena. Tämä korostaa oppijan aktiivisuuden merkitystä ja opetus on enemmänkin ohjausta. Tällöin opettaja etsii tietoa, ohjaa tiedonlähteelle ja järjestää oppimistilanteita esimerkiksi oppimisympäristöissä. Konstrukttiivinen oppimiskäsitys on muuttanut oppimista yhteistoiminnalliseen suuntaan, jolloin opiskelua toteutetaan ryhmissä ja sosiaalisessa vuorovaikutuksessa. Yhteistoiminnallisessa oppimisessä korostuvat tiimi- ja projektityöskentelytaidot, joita pidetään nykyisin yhtenä koulutuksen tavoitteina. (Salminen ym. 2008, 8–15)

Ryhmätyöskentelyn onnistumisen edellytyksenä on ryhmän jäsenten välinen positiivinen riippuvuus ja vuorovaikutteisuus. Jokaisen ryhmän jäsenen tulee myös kantaa vastuuta omasta toiminnasta ja kantaa oman panoksensa ryhmän toiminnan saavuttamiseen. (Salminen ym. 2008, 15)

Oppimateriaali on suunniteltu soveltumaan sekä yksittäiseen että ryhmätyöskentely muotoihin. Tosin opetusympäristössä työskentely helpottuu huomattavasti kun työskentely tapahtuu ryhmissä, jolloin opiskelijat voivat jakaa toisilleen jo opittua tietoa. Opetusympäristön alueella on muutenkin sopivasti tilaa noin neljän hengen ryhmälle. Työelämässä henkilöajoneuvomekaanikon tulee kuitenkin suoriutua töistä yksin, joten kaikki oppimateriaalissa suoritettavat mittaukset on myös tehtävissä yksin. Ryhmätyöskentely tuokin ehkä oppimiseen enemmän aktiivisuutta, mielenkiintoa ja vaihtelevuutta.

Tulevaisuudessa oppimisympäristössä pyritään harjoittamaan myös ongelmalähtöistä oppimista. Ongelmalähtöinen oppimisessa opetus ja oppiminen rakennetaan ongelmien ympärille. Ryhmissä opiskelijat keräävät ongelmasta

tietoa, esittävät hypoteeseja, testaavat niitä ja tekevät johtopäätöksiä. (Salminen ym. 2008, 16–17)

Toiminta ei poikkea nykyisestä oppimisesta muuten kuin, että tällä hetkellä opiskelijat testaavat ehjää autoa. Oppimisympäristö olisin helposti muutettavissa ongelmalähtöisen oppimisen oppimisympäristöksi, jolloin kohdeautoon tulisikin vain toteuttaa tai simuloida vikatilanteita. Vikatilanteita olisikin suhteellisen helppo toteuttaa mahdollisesti lahjoituksilla saaduilla kohdeautoon sopivilla viallisilla osilla. Oppimateriaalipaketti soveltuisi jo nyt ongelmalähtöiseen oppimiseen.

2.3.3 Tekemällä oppiminen

Oppimisympäristön avulla opiskeleminen perustuu pitkälti tekemisen avulla tapahtuvaan oppimiseen, koska kyseessä on kuitenkin kokonaisuus, jossa oppimistapahtuma suoritetaan käsin tekemällä yhdessä materiaalin kanssa. Tekemällä oppimisen tarkoituksena on perehdyttää opiskelija konkreettisen työn suorittamiseen ja havainnollistaa opintomateriaalissa esiteltyjä asioita.

Opetuksen tiedollinen osuus tulisi rakentaa tekemisen, harjoitustöiden tai projektien varaan, koska oppimisen ydin on tekemisessä. Usein tekeminen voidaankin aloittaa jo vähäisen perustiedon varassa, jos oppija on aktiivinen ja hakee tietoa lisää tarpeen mukaan soveltaen sitä jatkuvasti työssään. Oppimistehtävien itsessään tulee olla oppijalle sopivia, eli motivoivia, haastavia, mutta ei liian vaikeita eikä myöskään liian helppoja. Oppimistuloksia parantavia tekijöitä on oppijan aktiivinen toiminta, tekemällä oppiminen ja oikeiden töiden tekeminen tai oppimistehtävien sitominen reaali maailman tehtäviin. (Salakari 2007, 8–9)

Tekemällä oppimisen vahvuuksiin lukeutuu suora tekeminen, kokemusten tuottaminen ja luonnollinen toimintaympäristö. Menetelmää on kuitenkin haastavaa hyödyntää monimutkaisissa toimintaympäristöissä ja vaarana onkin opiskelijan aistien ylikuormittaminen. Suoralla tekemisellä on myös vaarana vahvistaa opiskelijan aiempia jo vääriksi muodostuneita toimintatapoja. Toimintaympäristöstä

riippuen suuri osa oppimiseen varatusta ajasta saattaa kulua valmisteluihin ja itse suorituksen käynnistämiseen. Oppilas ei myöskään välttämättä keskity oppimisen kannalta oleellisiin asioihin. Menetelmä on usein myös kallista ja sitoo paljon opettajan resursseja. (Hyppönen ym. 2009, 51)

Oppimisympäristön käytössä tulisi havaita ja tunnistaa edellä mainitut ongelmakohdat ja minimoida niiden syntyminen. Oppimateriaali on pyritty jakamaan selkeästi eri anturi- ja toimilaitteille suoritettaviksi mittaus- ja oppimiskokonaisuuksiksi. Tällöin kaikki työn suorittamiseen tarvittavat tiedot ovat helposti saatavilla. Oppimisprosessiin kuuluu myös mittausten mahdollistamiseksi suoritettavat toimenpiteet, kuten oskilloskoopin asetusten asettaminen ja mittaliitosten kytkeminen, joten itse työpisteen valmistelu on näin tärkeä osa oppimista. Oppimateriaalissa on myös selkeästi esitetty, mitä anturin tai toimilaitteen testauksessa tulee seurata ja havaita. Tällöin oppilaan tulee väkisinkin oppia oikeat toimintatavat ja testauksessa seurattavat asiat.

Oppimisympäristön kehittäminen ja valmistelu tulee väkisinkin viemään opettajien resursseja - kuten on jo nyt vienyt. Toimiva oppimisympäristö tulee kuitenkin lopulta helpottamaan opettajien työtä, koska oppimisympäristön tuomien etujen avulla opettaminen helpottuu erinäisten havainnollistamismahdollisuuksien myötä.

2.4 Oppimateriaalissa käytetyt lähdemateriaalit

Oppimateriaalin rakentamisessa on pyritty käyttämään useita eri tyyppisiä lähdemateriaaleja. Osaltaan eri tyyppisten lähdemateriaalien valintaan vaikuttaa myös aihealueen erikoisuus. Lähdemateriaaleina käytettiin kirjallisuutta, Volkswagenin erWin -palvelua, luotettavia internet-lähteitä sekä itse suoritettuja mittauksia.

2.4.1 Kirjallisuus ja artikkelit

Sähkötekniikan perusteisiin liittyvää kirjallisuutta on hyvin saatavilla, niin suomen- kuin englanninkielisenä. Lähdekirjoina käytettiin autotekniikan, sähkötekniikan ja fysiikan kirjoja. Kirjoissa käsitellään ja kerrotaan aiheita eri näkökannasta; toiset teoreettisesti ja toiset käytännönläheisemmin. Oppimateriaaliin on yritetty koota molempia sopivassa suhteessa ja löytää helpoiten ymmärrettävät vertaukset perusasioille, jotka ovat kuitenkin välttämättömiä koko oppimateriaalin kannalta. Kirjojen antamat useat eri näkökohdat perusteisiin tukee toinen toista, joten usean eri lähteen käyttö antoi myös työn tekijälle laajan katsauksen aiheeseen.

Autotekniikan kirjoissa käsitellään usein yleisellä tasolla moottorinohjausten toimintaa. Varsinkin suomenkieliset ammattioppikäyttöön tarkoitetut kirjat ovat pahasti aiheesta jäljessä. Parhaimmaksi lähteeksi kuitenkin osoittautui kilpailevan komponenttivalmistajan Boschin kirjallisuudet. Vaikka järjestelmä onkin eri valmistajan, ei huomattavaa eroa suoritettavissa mittauksissa ole, kunhan huomioi tutkivansa samankaltaista alipaineohjattua järjestelmää ilmamäärämittauksen sijasta. Järjestelmien komponentit ovat kutakuinkin samanlaisia ja kohdeauton komponentit olivat usein Boschin valmistamia.

Oskilloskoopin käyttöä ja sillä suoritettavista vianhakumenetelmiä ei varsinaisesti käsitellä kovinkaan laajalti ainakaan suomenkielisissä alan eepoksissa. Lähdekirjallisuutena käytettiin muutamia hyviä englanninkielisiä alan kirjoja ja internetin luotettavia lähteitä. Luulenkin, että asia mielletään erikoisosaamiseksi ja on sen takia jätetty pois oppikirjoista, jolloin opetus tapahtuu alan jatkokouluttajien toimesta.

Oppimateriaalin muodostamiseen käytetty lähdekirjallisuus:

Bosch. 2007. *Autojen Anturit.* s.l. : Robert Bosch GmbH, 2007.

— **2003.** *Bensiinimoottorin ohjaus: Motronic järjestelmät.* s.l. : Robert Bosch GmbH, 2003.

Denton, Tom. 2006. *Advanced Automotive Fault Diagnosis: Second edition.* s.l. : Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006.

- Fischer, Richard;Gscheidle, Rolf ja Heider, Uwe. 2006.** *Modern Automotive Technology: Fundamentals, service, diagnostics.* 2006.
- Halderman, James D. 2009.** *Automotive Technology: Principles, Diagnosis, and Service.* 2009.
- Hautala, Mikko ja Peltonen, Hannu. 2007.** *Insinöörin (AMK) FYSIIKKA OSA 1.* Saarijärvi : Saarijärven OFFSET Oy, 2007.
- Held, Gilbert. 2008.** *Inter- and Intra-Vehicle Communicaions.* s.l. : Taylor & Francis Group, 2008.
- Juhala, Matti;ym. 2005.** *Moottorialan sähköoppi.* Jyväskylä : Gummerus Kirjapaino Oy, 2005.
- Koivisto, Juha-Pekka ja Mikkolainen, Pekka. 1998.** *Auto- ja kuljetusalan perusoppi 7: Sähkölaitteiden perusteet.* Keuruu : Otavan Kirjapaino Oy, 1998.
- Rantala, Jouko;Mikkolainen, Pekka ja Koivisto, Juha-Pekka. 1999.** *Auto- ja kuljetusalan erikoistumisoppi 3: Sähkölaitteet.* s.l. : Otava, 1999.

2.4.2 Volkswagen erWin online

Materiaalin hankinnassa hyödynnettiin myös Volkswagenin omaa erWin online - palvelua. Palvelu antaa itsenäisille verstaille, yrityksille ja jopa yksityishenkilöille mahdollisuuden perehtyä Volkswagenin omaan korjaamomateriaalin. Sivustoilta löytyy korjaus- ja kunnossapitotöitä koskevia asiakirjoja, kuten korjausoppaita, kytkentäkaavioita ja itseopiskelumateriaalia. Asiakas voi ostaa erWin-palvelua eri hintaisina, riippuen palvelun kestosta, joka voi olla tunnista jopa vuoteen. (Volkswagen AG, [Viitattu 28.10.2011].)

Oppimateriaaliin lähdemateriaalina hyödynnettiin erWin-palvelusta hankittuja kytkentäkaavioita, korjaamo-opasta ja itseopiskelumateriaalia. Korjaamo-oppaissa ei oikeastaan käsitelty komponenttikohtaisia vianhakutoimenpiteitä, vaan ne sisältävät enimmäkseen ohjeita huoltoon ja osien vaihtamiseen.

Itseopiskelumateriaalit ovat rakenteeltaan järjestelmien toiminnasta kertovia eli eivät useinkaan vianhaku- tai korjausoppaita. Itseopiskelumateriaalit ovatkin suunniteltu kuvaamaan järjestelmiä hyvin yleisellä tasolla ja usein kattamaan useita malleja. Kuitenkin itseopiskelumateriaalista löytyi Magneti Marelli 4HV -

järjestelmää kuvaava osio. Lisäksi itseopiskelumateriaalista löytyi järjestelmästä ja sen komponenteista hyviä kuvia.

Volkswagenin itseopiskelumateriaaleista käytettiin seuraavia:

SSP 196 - 1.4-litr. 16V 55kW Engine

SSP 210 - Electronic Power Control

SSP 405 - 1.4l 90kW TSI Engine with Turbocharger

SSP 423 - The Golf 2009

Tärkeänä osana oppimateriaalia on myös Volkswagenin kytkentäkaavioihin perehtyminen, joten olikin tärkeää saada valmistajan omat kytkentäkaaviot. Oppimateriaaliin on käytetty moottorinohjauksen kytkentäkaaviota, jota on pilkottu osiin komponenttikohtaisesti. Kytkentäkaavioiden päälle on pyritty merkitsemään komponenttien toiminnan kannalta oleellisia asioita, kuten maadoituslinjoja.

2.4.3 Luotettavat internet-lähteet

Opinnäytetyön tuotoksena syntyneen oppimateriaalin aihe on normaaleista oppikirjoista puuttuva, joten tärkeänä osana lähteitä olivat luotettavat internet-lähteet. Luotettaviksi Internet lähteiksi voidaan luetella alan ammattilaisten ylläpitämät sivustot ja järjestöt. Myös oskilloskooppivalmistajilla, kuten Picotech:lla on erittäin laaja ja hyvä sivusto aiheeseen liittyen.

Picotech on oskilloskooppivalmistaja, jonka oskilloskoopit ovat laajalti maailmalla käytettyjä. Oskilloskooppeja on saatavilla yksittäin sekä myös autoalalle kootuissa paketeissa. Sivustoilla on oma kirjastonsa ajoneuvon vianhakuun liittyen, jolla esitellään oskilloskoopin käyttöä eri vikatilanteiden myötä. Sivulla olevasta kirjastosta löytyy myöskin hyviä oppaita komponenttien vianmääritykseen ja laaja oskilloskooppikuvaajien arkisto. (Pico Technology, [Viitattu 28.10.2011].)

iATN (International Automotive Technicians' Network) on maailman laajin autoalalla työskentelevien verkkoyhteisö, johon lukeutuu yli 75 tuhatta jäsentä

ympäri maailmaa. Yhteisön jäsenten on tarkoitus jakaa tietotaitoaan toisille, jota jäsenillä on yhteensä kirjoitushetkellä yli 1,7 miljoonaa vuotta. Jäseneksi pääsemiseksi hakijalla tulee olla vaadittava määrä kokemusta autoalalta. iATN sivuston hyvänä ominaisuutena on kattava jäsenten välinen avunpyyntöpalsta, jossa jäsenet pystyvät ratkaisemaan hankaliakin ongelmia. Vianhakuprosesseissa käytetäänkin usein oskilloskooppia, joten sivusto on oiva lähde oppimateriaalin tietyin varauksin. Sivusto sisältää myöskin paljon teknistä tietoa, jota voidaan käyttää lähteenä. Sivuston avunpyyntöpalstaa seuraamalla voikin muodostaa kuvan, että Yhdysvalloissa oskilloskoopin käyttö vianhaussa on erittäin yleistä ja usein ratkaiseva työkalu vianhakuprosessissa. (iATN. 2011, [Viitattu 28.10.2011].)

2.4.4 Mittaukset

Oppimateriaali käsittelee moottorinohjauksen vianhakua oskilloskoopilla, joten olennaisena osana tällöin materiaalin keruussa on itse järjestelmään tehtävät mittaukset. Oskilloskoopina mittauksissa käytettiin oppimisympäristöä varten hankittua ADAC3000 8-kanavaista oskilloskooppia. Oppimisympäristön ollessa valmiina mittaukset olivat helppoja ja turvallista suorittaa Break-Out-Boxin kautta.

Moottorinohjauksen vianhakuun liittyvät oskilloskooppimittaukset suoritettiin kaikilta moottorinohjaukseen liittyviltä antureilta ja toimilaitteilta, joihin pystytään oskilloskoopin avulla jonkinlaista vianhakua suorittamaan. 8-kanavaisen oskilloskoopin avulla pystyttiin suorittamaan monen eri anturin ja toimilaitteen tarkkailua samaan aikaan. Oskilloskooppikuvaajia kerättiinkin eri moottorin toimintatiloista, jolloin pystyttiin selvittämään hyvin esimerkiksi lambda-anturin oikeanlaista toimintaa seoksen rikastuessa.

Oppimisympäristön ainoana haittapuolena on moottorin tämänhetkinen täydellinen toiminta, eli moottorinohjaukseen ei ole rakennettu vikakohteita. Tosin oppimisympäristön kehittäminen on vielä kesken ja varmasti tulevaisuudessa järjestelmään simuloidaan erinäisiä vikatiloja. Toisaalta oppimisen kannalta onkin hyvä tutkia empiirisesti ensin täysin toimivaa järjestelmää ja oppia tunnistamaan antureiden ja toimilaitteiden oikeanlainen käyttäytyminen.

3 OPPIMATERIAALIN RAKENNE JA KÄYTTÖKOHTEET

3.1 Rakenne

Oppimateriaali on rakenteeltaan suunniteltu osakokonaisuuksiksi, jotka toimivat tarpeen vaatiessa omina kokonaisuuksinaan. Osakokonaisuudet on jaettu sähkötekniikan perusteisiin, mittalaitteisiin, signaalityyppeihin ja CGGA -moottorinohjaukseen.

3.1.1 Sähkötekniikan perusteet

Oppimateriaalin aloituskappaleeksi päätettiin valita sähkötekniikan perusteet, koska oppimateriaalin on tarkoitus olla lukijalle paketti, jossa on valmiudet suoraan koko oppimateriaalin läpikäymiseen. Oppimateriaalissa haluttiin myös painottaa sähkötekniikan perusosaamisen tärkeyttä vianhaun osaamisen kannalta. Sähkötekniikan perusteita tutkimalla ja oppimateriaalia laadittaessa aihe tuli myös työn tekijälle kerratuksi oppien samalla myös uusia asioita.

Sähkötekniikan perusteet on pyritty selittämään käytännönläheisillä asioilla, jolloin oppilaan on helpompi ymmärtää sähkötekniikkaa. Materiaalissa on kuitenkin käsitelty sähkötekniikan perusteita pintaa syvemältä, jotta perusteet jo osaava opiskelija saa materiaalista uutta asiaa irti. Materiaalin käytön kannalta olisikin tärkeää, että opiskelija omaksuu sähkötekniikan perusteet ja mahdollisesti tukeutuu materiaaliin myös myöhemmissä materiaalin osioissa.

Sähkötekniikan perusteissa perehdytään sähkön yleiseen olemassaoloon, sen johtavuuteen ja siihen liittyviin tärkeimpiin suureisiin; jännite, virta ja resistanssi. Pääasiassa materiaalissa käsitellään tasasähköä, mutta kuitenkin tiedostetaan myös vaihtosähkön olemassaolo ja kuinka se poikkeaa tasasähköstä.

Materiaalissa myös opastetaan resistanssien sarjaan-, rinnan- ja sekakytkennät. Käsiteltävänä asiana on myös Ohmin laki ja molemmat Kirchoffin piirilait.

3.1.2 Mittalaitteet

Oppimateriaalissa käsitellään oppimisympäristön sähköjärjestelmien vianhakuun käytettävät mittalaitteet, eli yleismittari ja ADAC3000 oskilloskooppi.

Yleismittarista käsitellään muutamia sen tärkeimpiä ominaisuuksista, joita voidaan yleisesti käyttää ajoneuvon sähköjärjestelmien testauksessa. Oleellisena osana on resistanssien ja jännitehäviöiden mittaaminen. Oppimateriaalissa käsitellään kokonaisuutena myös moottorinohjainlaitteen virransyötön läpikäynti yleismittarilla.

Koko materiaali rakentuu oskilloskoopin ja sen avulla suoritettavien vianhakutoimenpiteiden ympärille. Materiaalissa annetaan ADAC3000 oskilloskoopin käyttö-opastusta, sen ominaisuuksia ja asetuksia oskilloskoopin ohjelmistoa selaten. Materiaalissa käydään myöskin läpi oskilloskooppiin liitettävien virtapihtien käyttöä ja mittausperiaatetta.

3.1.3 Volkswagen CGGA-moottorin moottorinohjaus

Oppimateriaalissa tutkitaan ja suoritetaan vianhakutoimenpiteitä Volkswagenin CGGA-moottorin moottorinohjaukseen liittyen. Ennen kuin itse moottorinohjaukseen voidaan suorittaa tarkempia vianhakutoimenpiteitä, tulee oppijan tuntee järjestelmän toiminta. Oppimateriaalissa perehdytään CGGA-moottorissa olevaan Magneti Marelli 4HV:n moottorinohjauksen toimintaan sekä polttoaine-ilmaseoksen muodostamiseen moottorin kuormituksen tunnistettaessa alipaineanturilla.

Osiassa käydään myös läpi yleisiä asioita Volkswagenin kytkentäkaavioiden lukemisesta, koska eri valmistajien kytkentäkaavioiden piirtotapa saattaa erota toisistaan hyvinkin paljon.

Osiossa käsitellään jokainen moottorinohjaukseen liittyvä komponentti, niin itse ohjainlaite kuin myöskin tunnistimet ja toimilaitteet omassa kappaleessaan. Jokaisesta käytettävästä komponentista käsitellään niiden toiminnan taustalla olevat teoriat, niiden kytkennät moottorinohjausjärjestelmään ja myöskin niihin liittyvät vianhakutoimenpiteet. Yleisesti vianhaku on suoritettu oskilloskoopilla, joten mukana on myös oskilloskooppikuvaajat. Muutamassa tapauksessa otetaan huomioon myös testauslaitteiden käyttö komponenttien vianhaussa. Komponenttikohtaisissa kappaleissa on myös koostettu reunustettu osio, josta selviää kertauksen omaisesti kuinka ja mihin moottorinohjaus käyttää kyseistä komponenttia.

3.2 Oppimateriaalin arviointi

Jorma Vainionpää käsittelee väitöskirjassaan oppimateriaaleihin liittyviä käsitteenmäärittelyjä, oppimateriaalimuotoja ja arviointiin käytettäviä kriteerejä. Hän toteaa että oppimateriaalia voidaan arvioida tiettyjen kriteerien perusteella. Kriteerit eivät kuitenkaan saa olla pelkästään esimerkiksi ulkoasuun pohjautuva, koska oppimateriaalin päätarkoituksena pitää olla oppimisen edistäminen. (Vainionpää 2006, 98–100)

Vainionpää on väitöskirjassaan koonnut oppimateriaalien arviointikriteereistä listan (LIITE 1), jonka perusteella oppimateriaalia voidaan arvioida esimerkiksi oppimateriaalia valittaessa. (Vainionpää 2006, 99–100)

Arviointikriteeriluettelosta voidaan poimia työssä tehtyyn oppimateriaaliin soveltuvat kriteerit joiden avulla oppimateriaalia voidaan arvioida ja kehittää.

1) Ajankohtaisuus ja luotettavuus

Sisältääkö materiaali ajatonta vai nopeasti vanhenevaa ainesta? Voiko vanhenevaa ainesta päivittää helposti? Onko materiaalista löytyvä informaatio luotettavaa ja voiko sen luotettavuutta arvioida?

Oppimateriaalin sisältö on tämänhetkistä tietoa, jonka voidaan kuitenkin kuvitella olevan melko ajatonta, sillä oppimateriaalissa käsitellyt aiheet perustuvat pitkälti

fysiikan ilmiöihin ja niiden hyödyntämiseen. Ainoana ja konkreettisenä uhkana on moottorinohjauksen komponenttien kehittyminen ja näin ollen testaustavan muuttuminen. Oppimateriaali ei kuitenkaan nytkään pysty kattamaan kaikkia alalla olevien erilaisten anturityyppien testausta, vaan pidättäytyy pitkälti oppimisympäristön ajoneuvon komponenteissa. Oppimateriaalien sisältö perustuu luotettaviin lähteisiin.

2) **Laaja-alaisuus**

Kuinka paljon ja kuinka monessa tilanteessa materiaalia voi käyttää?

Oppimateriaalin laajuus perustuu oppimisympäristössä ja oppimateriaalin läpikäymiseen tarvittavien tietojen käsittelyyn, eli oppimateriaalissa pyritään esittämään kaikki asiat joita opiskelija tarvitsee oppimisympäristössä työskentelemiseen. Näin ollen oppimateriaali alkaakin luvusta "Sähkötekniikan perusteet". Oppimateriaalia voidaan jakaa osiin, jolloin sitä pystytään hyödyntämään myös muualla kuin pelkästään kurssilla, jossa käsitellään moottorinohjauksen toimintaa ja vianhakua. Oppimateriaalin monikäyttöisyydestä lisää osiossa 3.3 Oppimateriaalin yhdistäminen opetukseen.

3) **Saatavuus**

Onko materiaali helposti saatavilla? Riittääkö materiaalia kaikille? Voiko materiaalia monentaa?

Materiaali tulee olemaan opettajien käytössä niin sähköisenä, kuin paperisena versiona. Sähköistä versiota voidaan monistaa niin paljon kuin tarve on. Materiaali voidaan myös jakaa tarpeen mukaan oppilaille sähköisenä, jolloin se on erittäin helposti saatavilla.

4) **Käytettävyys ja yksilöllisen etenemisen mahdollistaminen**

Onko materiaalissa otettu huomioon eritasoiset käyttäjät? Mahdollistaako materiaali eriyttämisen eli ottaako se huomioon oppijoiden erilaisuuden? Sisältääkö materiaali riittävästi käyttäjän opastusta? Voiko materiaalia käyttää ilman erillisiä ohjeita? Asettaako materiaalin käyttö erityisvaatimuksia joillekin laitteille?

Materiaalista on pyritty luomaan mahdollisimman yksityiskohtainen ja selkokielenen, jotta oppiminen jokaiselle olisi taattua. Materiaaliin on kasattu myös

tietoa edistyneille opiskelijoille, jotta asia ei menisi pelkästään kertaamiseksi. Materiaalin jakaminen eritason oppilaille olisi varmasti toteutettavissa, kuitenkin materiaali on suunniteltu pääasiassa viimeisen vuosikurssin opiskelijoille joiden tuleekin jo pystyä poimimaan materiaalista tarvitsemansa tiedot omin voimin. Materiaali on täysin käytettävissä ilman erillistä ohjeistusta ja materiaalin pitäisikin sisältää kaiken tarvittavan itsenäiseen opiskeluun. Materiaalin kokonainen läpikäynti vaatii kuitenkin sille suunnatun oppimisympäristön.

5) Monimuotoisen aktiivisen oppimisprosessin mahdollistaminen erilaisten vaihtoehtojen avulla

Ohjaako materiaali riittävästi muuta aiheeseen liittyvää opiskelua? Onko materiaali oppijaa aktivoivaa? Voiko materiaalia käyttää erilaisten työtapojen yhteydessä (esimerkiksi yksilöllinen työ, yhteistoiminnallisuus)?

Materiaalin perustuessa oppimisympäristö käyttöön on sen suotavaa olla aktivoiva. Aktivoivaa opiskelua on pyritty aikaansaamaan erinäisillä suoritettavilla vianhaku-mittausprosesseilla, jolloin opiskelijan on osallistuttava ja oltava aktiivinen. Materiaalissa on pyritty esittämään opittavista asioista mielenkiintoisia puolia, jolloin aktivoituminen tapahtuisi myös kiinnostuksen kautta.

6) Arviointia tukevat seikat

Onko materiaalissa huomioitu monipuolinen oppimisen arviointi? Ohjataan oppijaa itsearviointiin?

Materiaalissa oppilaat voivat suorittaa itsearviointia omien mittaustulosten oikeellisuuden pohjalta. Oppilaan työskentelyä oppimisympäristössä pystytään myös arvioimaan muilla tavoin, kuten oppilaan aktiivisuudella ja luovuudella

3.3 Oppimateriaalin yhdistäminen opetukseen

Oppimateriaalin käytettävyyttä opetuksessa voidaan perustella vertaamalla sitä opetushallituksen laatiman autoalan ammatillisen perustutkinnon perusteisiin. Autoalan perustutkintoa suorittavalle opiskelijalle on määritetty ammattitaitovaatimukset, jotka tutkinnon tai tutkinnon osan suorittajan tulee osata.

3.3.1 Autoalan perustutkinnon perusteiden rakenne

Autoalan perustutkinto on määritelty tarkasti opetushallituksen muodostamassa ammatillisen perustutkinnon perusteissa. Tämän työn tekohetkellä käytössä on 1.8.2009 voimaan astunut ammatillisen perustutkinnon perusteet, joka muutti koulutuksen sisältöä ja antoi koulutuksen järjestäjälle enemmän valinnanvaraa järjestämiensä valinnaisten tutkinnon osien suhteen. Uudet ammatillisen perustutkinnon perusteet toivat mukanaan myös arvioitavat ammattiosaamisen näytöt ja muutti arvosteluasteikon kolmiportaiseksi.

Autoalan perustutkinto, kuten kaikki ammatilliset perustutkinnot ovat laajuudeltaan 120 opintoviikkoa. Tutkinto jakautuu ammatillisiin tutkinnon osiin (90 ov), ammattitaitoa täydentäviin tutkinnon osiin (eli ns. yhteisiin opintoihin 20 ov) ja valinnaisiin tutkinnon osiin (10 ov). Tutkinnon osiin on sisällytetty työssäoppimista vähintään 20 opintoviikkoa, yrittäjyyttä 5 opintoviikkoa ja opinnäytetyö 2 opintoviikkoa. (Opetushallitus 2009, 12)

Autoalan perustutkinto sisältää kuusi eri koulutusohjelmaa, jotka poikkeavat toisistaan pakollisten ammatillisten tutkinnon osien perusteella. Muodostamani oppimateriaalin aihevalinnan vuoksi tärkein tutustumisen arvoinen koulutusohjelma on autotekniikan koulutusohjelma, josta valmistuu ajoneuvoasentajia.

Autotekniikan koulutusohjelman pakolliset ammatilliset tutkinnon osat jakautuvat tasaisella 30 opintoviikon jaolla kolmeen ryhmään; auton tai moottoripyörän huoltaminen, auton korjaaminen ja oppilaitoksen valitsevat valinnaiset tutkinnon osat. Jälkimmäinen koostuu koulutuksenjärjestäjän valitsemista osa-alueista, joita koulutuksenjärjestäjä valitsee haluamallaan tavalla kaikille valinnaisista tutkinnon osista. Seuraavan sivun taulukko (TAULUKKO 1) kuvaa Länsirannikon Koulutus Oy WinNovassa opiskelevien ajoneuvoasentajien sisältöä ammatillisten tutkinnon osilta. (Opetushallitus. 2009)

TAULUKKO 1. Autoalan perustutkinnon rakenne ajoneuvoasentajan ammatillisten tutkintojen osalta Länsirannikon Koulutus Oy WinNovan tarjoamana

Autoalan perustutkinto				
Ammatilliset tutkinnon osat (90 ov)				
Pakolliset tutkinnon osat		Valinnaiset tutkinnon osat (oppilaitoksen valitsemat)		
Auton tai moottoripyörän huoltaminen	Auton korjaaminen	Sähkövarusteiden mittaaminen ja korjaus	Moottorin ja voimansiirron huolto ja korjaus	Paineilmajarrujen testaus ja korjaus
30 ov	30 ov	10 ov	10 ov	10 ov

Opetussuunnitelma määrittelee kahdelle ensimmäiselle osaamisalan tutkinnon osalle ammattitaitovaatimukset, jotka opiskelijan tulee osata valmistuttuaan. Opetussuunnitelmaan on koottu kolmelle eri osaamisen tasolle arviointikriteerit arviointikohteiden perusteella. Arviointikohteet toimivat kolmiportaisen arvostelun perusteena. (Opetushallitus 2009, 30–40)

3.3.2 Materiaalin käyttökohteet tutkinnon osiin jaettuna

Auton tai moottoripyörän huoltaminen tutkinnon osa keskittyy pitkälti ajoneuvon ylläpitoon, asentajan ammattiin ja korjaamotoimintaan liittyviin yleisiin asioihin. Tutkinnon osa ei sisällä varsinaisia käyttökohteita opetusmateriaalille. Arviointikriteerit sisältävät kuitenkin kohteen "Huolto-ohjeiden ja teknologian käyttö". Oppimisympäristö itsessään sisältää Volkswagen huolto-ohjeita, joiden seuraamista kyllä voidaan harjoittaa ja havainnollistaa oppimisympäristössä. (Opetushallitus 2009, 30–35)

Auton korjaaminen tutkinnon osa käsittelee ajoneuvotekniikkaa melko syvästi kaikilta osa-alueilta, joten oppimateriaalille löytyy käyttökohteita. Ammattitaitovaatimuksissa opiskelijan tulee osata auton kokonaisrakenteen ja järjestelmien toimintatavat sekä niihin liittyvien fyysikaalisten ja kemiallisten

ilmiöiden hyödyntämiset. Opiskelijan tulee myös tuntea moottorinohjausjärjestelmän ja sähkökaavioiden periaatteet. Arviointikriteerit sisältävät myös kohteen "Sähkötekniikan perusteet", joissa arvioitavana on oppijan tuntemus autosähkötekniikan piirrosmerkeistä, kytkentäkaavioista, autosähkötekniikan peruslaeista, yleismittarin käytöstä sekä näiden hyödyntämisestä vianhaussa. (Opetushallitus 2009, 35–40)

Valinnainen tutkinnon osa **sähkövarusteiden mittaus ja korjaus** on yksi kolmesta oppilaitoksen valitsemista tutkinnon osista. Opiskelijan ammattitaitovaatimuksissa opiskelijalta vaaditaan osaamista korjausohjeiden ja kytkentäkaavioiden lukemiseen, mittaus- ja testauslaitteiden käyttämiseen ja sähkövarusteiden testaamiseen ja korjaamiseen. (Opetushallitus 2009, 90–93)

Oppimateriaalia verratessa ammatillisen perustutkinnon perusteiden asettamiin ammattitaitovaatimukseen ja osaltaan arviointikriteereihin voidaankin todeta oppimateriaalin täyttävän monelta osin vaatimukset opetukselle. Lyhyesti ilmaistuna oppimateriaali soveltuukin sisältönsä puolesta ajoneuvoasentajien koulutukseen.

4 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tarjota kohdeyrityksen oppimisympäristölle oppimateriaalia, jota voitaisiin käyttää moottorinohjauksen vianhakuun oskilloskoopilla.

Oppimateriaalin suunnittelussa tärkeintä on saada oppimateriaali vastaamaan sille asetettuihin tavoitteisiin ja kriteereihin. Tavoitteisiin voidaan lukea oppimateriaalille asetetut vaatimukset sisällön osalta. Kriteereihin luetaan alueet joiden perusteella oppimateriaalia voidaan arvioida (ks. Luku 3.2). Näiden ehtojen täytyttyä on oppimateriaalilla hyvät lähtökohdat niin käytön kuin kehittymisenkin kannalta. Tärkeänä lisänä oppimateriaalia suunnitellessa tulee ajatella sen käytössä ilmeneviä pedagogisia seikkoja. Tiettyyn käyttökohteeseen suunnitellulla oppimateriaalilla voidaan tukea ja edesauttaa hyvää oppimistapahtumaa.

Oppimateriaalin mahdolliset eri formaattien käsittelyt on jätetty opinnäytetyöstä suosiolla pois, vaikkakin alkuperäisenä suunnitelmana oli suunnitella oppimateriaalista interaktiivinen opetusohjelma. Suunnitelmasta luovuttiin, koska itse opetusohjelman pohjan suunnitteluun kulunut aika olisi ollut pois oppimateriaalin sisällön tuottamisesta. Koin myös mahdolliseksi oppimateriaalin muuttamiseen opetusohjelmaksi myöhemmässä vaiheessa tarpeen mukaan.

Opinnäytetyön tuotoksena syntyi kirjan muodossa oleva oppimateriaalipaketti, jolla voidaan opettaa oppimisympäristön ajoneuvolla tapahtuvaa moottorinohjauksen vianmäärittystä käyttäen oskilloskooppia. Oppimateriaalipakettiin on pyritty kokoamaan kaikki olennaisesti tärkeät asiat vianhakuprosessin ymmärtämiseen ja suorittamiseen, jotta muuta tukimateriaalia ei tarvittaisi oppimistilanteessa ja opetus pysyisi mahdollisimman yksinkertaisena ja helposti ymmärrettävänä. Oppimistilanteessa tulee muistaa ohjauksen ja ryhmän koostumuksen tärkeys, sillä ei voida olettaa että oppiminen on automaattista ryhmän asetuttua työntekoon

oppimisympäristöön. Onkin erittäin tärkeää ottaa huomioon ryhmän jäsenten väliset sosiaaliset taidot ja erilaiset lähtökohdat opetusta suunnitellessa.

Uskon työn tuotoksen lisäävän oppimisympäristöllä tapahtuvaa opetusta, sillä aihealue on opetushenkilöstössäkin mielenkiintoa herättävä. Oppimisympäristöllä voidaankin nyt opettaa vianhakumenetelmää, joka on autoalalla liian vähän käytetty ja mielletään usein jopa erikoisosaamiseksi. Uskon myös oppimateriaalin myötä tulevan opetuksen lisäyksen oppimisympäristössä kasvattavan oppilaitoksen intressejä edelleen kehittää oppimisympäristöä.

LÄHTEET

Crocodile Clips Ltd. 2010. End-User Licence Agreement for Yenka. [Verkkosivu].
[Viitattu 28.10.2011]. Saatavana:
http://www.yenka.com/en/End_User_Licence_Agreement/

Denton, T. 2006. Advanced Automotive Fault Diagnosis: Second edition. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.

Halderman, J. 2009. Automotive technology: principles, diagnosis and service. 3. uud. p. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.

HMV-Systems Oy. 2008. Break-Out Box. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 28.10.2011].
Saatavana: http://www.hmv-systems.fi/break_out_box/breakoutbox.pdf.

Hyppönen, O. & Lindén, S. 2009. Opettajan käsikirja - opintojaksojen rakenteet, opetusmenetelmät ja arviointi. Espoo: Teknillinen korkeakoulu.

iATN. International Automotive Technicians' Network. 2011.[Verkkosivu] [Viitattu 28.10.2011] Saatavana: <http://www.iatn.net/>

Länsirannikon Koulutus Oy WinNova. 2011. [Verkkosivu] [Viitattu 27.11.2011]
Saatavana: <http://www.winnova.fi/winnova/>

Opetushallitus. 2004. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 28.10.2011]. Saatavana:
http://www02.oph.fi/ops/perusopetus/pops_web.pdf.

Opetushallitus. 2009. Autoalan perustutkinto 2009. [Verkkajulkaisu] Vaasa: Oy Farm Ab. [Viitattu 28.10.2011] Saatavana:
http://www.oph.fi/download/110502_Autoalan_perustutkinto_2009.pdf.

Pico Technology. Automotive Library. [Verkkosivu] [Viitattu 28.10.2011].
Saatavana: <http://www.picoauto.com/automotive-library.html>.

Salakari, H. 2007. Taitojen opetus. Saarijärvi: Saarijärven Offset.

Salminen, L. & Suhonen, R. 2008. Oppiminen ja oppimismenetelmät ja niiden hyödyntäminen ammatillisen kehittymisen tukena – raportti täydennyskoulutuksesta ja sen mahdollisuuksista. [Verkkojulkaisu]. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu. Turun yliopisto. Hoitotieteen laitos. [Viitattu 28.10.2011]. Saatavana: http://portal.hamk.fi/portal/page/portal/HAMKJulkisetDokumentit/Yleisopalvelut/Julkaisupalvelut/Kirjat/kielet_kulttuuri_hyvinvointi/OppiminenJaOppimismenetelmatJaNiiden.pdf.

Salovaara, H. 2004. Motivaatio Oppimisessa. [Verkkosivu] [Viitattu 5.11.2011].
Saatavana: http://tievie.oulu.fi/verkkopedagogiikka/luku_4/motivaatio.htm.

Vainionpää, J. 2006. Erilaiset oppijat ja oppimateriaalit verkko-opiskelussa. Tampere: Tampereen Yliopisto. Painettu väitöskirja. Saatavilla: <http://acta.uta.fi/pdf/951-44-6553-9.pdf>

Volkswagen AG. erWin Online. [Verkkosivu]. [Viitattu 28.10.2011]. Saatavana: <https://erwin.volkswagen.de/erwin/showHome.do>.

Volkswagen AG. 2008. Self-study Programme 423 - The Golf 2009. Wolfsburg.

Wikström, K. 2011. Skooppi sieppaa sarjasignaalit: nopeiden väylien protokollat esiin. Prosessori (5), 22-25.

LIITTEET

Liite 1. Oppimateriaalina arviointikriteerit (Jorma Vainionpää, väitöskirja)

Liite 2. Oppimateriaali moottorinohjauksen vianhakuun oskilloskoopilla

LIITE 1: Oppimateriaalien arviointikriteerit: (Jorma Vainionpää, väitöskirja)

1) Ajankohtaisuus ja luotettavuus

Sisältääkö materiaali ajatonta vai nopeasti vanhenevaa ainesta= Voiko vanhenevaa ainesta päivittää helposti? Onko materiaalista löytyvä informaatio luotettavaa ja voiko sen luotettavuutta arvioida?

2) Laaja-alaisuus

Kuinka paljon ja kuinka monessa tilanteessa materiaalia voi käyttää?

3) Saatavuus

Onko materiaali helposti saatavilla? Riittääkö materiaalia kaikille? Voiko materiaalia monentaa?

4) Kustannukset

Mikä on materiaalin hankintahinta suhteessa käyttöaikaan? Aiheuttaako materiaali jatkuvia kustannuksia?

5) Uudelleenkäytön mahdollisuus

Onko materiaali kertakäyttöistä, monikäyttöistä vai kierrätettävää?

6) Käytettävyys ja yksilöllisen etenemisen mahdollistaminen

Onko materiaalissa otettu huomioon eritasoiset käyttäjät? Mahdollistaako materiaali eriyttämisen eli ottaako se huomioon oppijoiden erilaisuuden? Sisältääkö materiaali riittävästi käyttäjän opastusta? Voiko materiaalia käyttää ilman erillisiä ohjeita? Asettaako materiaalin käyttö erityisvaatimuksia joillekin laitteille?

7) Monimuotoisen aktiivisen oppimisprosessin mahdollistaminen erilaisten vaihtoehtojen avulla

Ohjaako materiaali riittävästi muuta aiheeseen liittyvää opiskelua? Onko materiaali oppijaa aktivoivaa? Voiko materiaalia käyttää erilaisten työtapojen yhteydessä (esimerkiksi yksilöllinen työ, yhteistoiminnallisuus)?

8) Arviointia tukevat seikat

Onko materiaalissa huomioitu monipuolinen oppimisen arviointi? Ohjataan oppijaa itsearviointiin?