

Kari Kaihonen

# Automekaanikkojen tietokoneavusteinen koulutus 1990-luvulta 2020-luvulle

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikka

Insinöörityö

07.01.2019

Tekijä Otsikko  Sivumäärä Aika	Kari Kaihonen Automekaanikkojen tietokoneavusteinen koulutus 1990-luvulta 2020-luvulle 47 sivua 7.1.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Ajoneuvotekniikka
Ammatillinen pääaine	Jälkimarkkinointi
Ohjaajat	Tutkintovastaava Pertti Ylhäinen
<p>Tämä työ täydentää 1992 tekemääni insinööriä "Vuorovaikutteinen video-opetusjärjestelmä autoasentajien täydennyskoulutuksessa". Tässä AMK-insinööriä arvioin tietokoneavusteisen automekaanikkojen koulutuksen kehitystä 90-luvulta vuoteen 2018 ja 2020-luvulle. Tietokoneiden yleistymisen alkoi 80-luvulla PC (personal computer) henkilökohtaisten tietokoneiden yleistymisen myötä. Tietokoneet yleistyivät työpaikoilla 90-luvulla. Tietokoneiden mahdollisuuksia tutkittiin innostuneesti, ja niihin liittyi monia odotuksia. Tietokoneiden yleistymisen vaihteli suuresti eri aloilla ja eri tehtävissä. Samalla niiden käyttö oppimiseen ja tiedonhankintaan tuli luonnolliseksi.</p> <p>Tässä insinööriä on tutkittu haastatteleamalla kouluttajaa Ammattienedistämislaitos-säätiö AEL sr:stä ja Työtehoseura ry:stä sekä jälkimarkkinointipäällikköä K Auto Oy:stä sekä selvitetty itseopiskelujärjestelmiin perehtymällä, miten automaahantuojujen järjestämä merkkipohjainen mekaanikkojen koulutus on kehittynyt ja erityisesti, miten tietokoneavusteinen oppiminen on alalla kehittynyt.</p> <p>Tietotekniikka on mennyt paljon eteenpäin kuluneen 26 vuoden aikana, mutta tietokoneavusteisen koulutuksen periaatteet näyttävät muuttuneen käytännössä melko vähän. Muutoksia on kuitenkin tulossa virtuaalisten järjestelmien ja simulaattoreiden yleistymässä. Myös automekaanikkojen osaamistarpeet ovat muuttuneet ajoneuvotekniikan kehittyessä. Tämä vaikuttaa myös oppimiseen sekä opettamiseen.</p>	
Avainsanat	Tietokoneavusteinen, verkko-opetus, itseopiskelu, e-learning, video-opetus, automekaanikko

Author Title	Kari Kaihonen Computer-assisted Car Mechanic Training from 90's to 2020's
Number of Pages Date	47 pages 7 January 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive Engineering
Professional Major	Automotive After Sales Engineering
Instructors	Pertti Ylhäinen, Senior Lecturer
<p>This thesis evaluates computer- assisted car mechanic training from the 90's to the 2020's. Personal computers became more common in the 90's, and also enthusiasm to use it for training purposes was rising. This thesis also completes the writer's previous thesis "Interactive video learning system in car mechanic training" in 1992. The description of the progress in car mechanic training is based on interviews of technical trainers of AEL and TTS, After Sales Manager of K Auto Oy and the writer's personal work experience with technical training.</p> <p>Self-learning programs and videos are nowadays quite commonly used by Finnish car mechanics, and manufacturers are demanding web-based tests to prove/show their skills. Internet and networking are maybe the biggest differences between computer-assisted learning in the 90's and nowadays. Training itself is still in classrooms and in practice. Access to huge amount of data is also changing the need of knowledge of mechanics. From the trainer perspective, it means that car mechanics should rather understand whole complex systems than remember details. Virtual learning environment and virtually simulated car diagnostics are most likely the next step in car mechanics training. Training will be a big part of sustain skills and competences, but self-learning is taking a bigger role in everyday life of a car mechanic, because of constantly changing technology and software updates. Self-direction, self-learning and understanding of complex systems are future key competences among technical knowledge.</p>	
Keywords	Computer assisted, computer aided, web based learning, self-learning, e-learning, video-learning

# Sisälllys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Taustaa	1
1.2	Tavoite	1
1.3	Insinööriyö 1992	2
2	Tietokoneavusteisesta työnohjauksesta e-learning:iin	4
2.1	Tietokoneavusteinen työnohjaus insinööriyön aiheena 1992	4
2.2	Opetusohjelmien jako vuorovaikutteisuuden mukaan	6
2.3	Sähköiset oppimisympäristöt	8
2.4	Oppimisprosessi	9
2.5	Oppimiskäsitys verkko-oppimisessa	12
2.6	1992 insinööriyöstä puuttuvia näkökohtia	13
2.7	1992 insinööriyön ajatukset tulevasta	13
3	Mekaanikkojen koulutuksen kehitys 1990-luvulta vuoteen 2018	14
3.1	Mekaanikkojen koulutuksen kehityksen taustatiedot	14
3.2	Mekaanikkojen koulutus 1990-luvulla	15
3.3	Sähköiset korjaamokäsikirjat 90-luvun lopulla	16
3.4	Internet-portaalit 2000-luvun puolivälissä	17
3.5	Videoiden tuleminen	17
3.6	PowerPoint ja sähköinen koulutusmateriaali	17
3.7	Verkkokurssien yleistyminen	18
3.8	Verkkokurssit osana koulutuskokonaisuutta	19
3.9	Ryhmäpoikkeusasetuksen vaikutukset koulutukseen	19
3.10	Verkkokurssien ja -testien haasteet	19
4	Merkkikohtaisia esimerkkejä	20
4.1	Ford mekaanikkojen koulutus	20
4.1.1	Ford mekaanikkojen koulutus 2005–2016	20
4.1.2	Ford-mekaanikkojen koulutus 2016–2018	21
4.1.3	Koulutuksessa nyt nähtävät haasteet ja mahdollisuudet	22

4.2	Renault mekaanikkojen koulutus	23
4.2.1	Renault mekaanikkojen koulutus 2000–2010	23
4.2.2	Renault mekaanikkojen koulutus 2010–2018	24
5	Verkko-opetuksen edut oppimisen kannalta	28
6	Verkko-opetuksen haasteet	29
7	Verkko-opetuksen kustannukset	30
8	Uudet haasteet autoalan koulutuksissa	32
8.1	Näkymättömät viat ja haastavat vikakoodit	32
8.2	Laajat kokonaisjärjestelmät haastavia verkko-opetukselle	33
9	Tietokoneavusteisen opetuksen tulevaisuus	33
9.1	Koko auton järjestelmät tietokoneelle	33
9.2	Uudet diagnoosityökalut ja laitteiden lisääntyvä äly	34
9.3	Virtuaaliset järjestelmät yleistyvät	35
9.4	Etäyhteydet auton järjestelmään ja telematiikka	37
9.5	BIG data	38
9.6	Tekoäly	39
9.6.1	Datan automaattinen käsittely	39
9.6.2	Automaattinen käänös ja tulkkaus	40
9.7	Globaalit kouluttajat	40
9.8	Automerkkien välinen koulutusyhteistyö	41
10	Yhteenveto	43
	Lähteet	45

## Lyhenteet

TATO	Tietokoneavusteinen työnohjaus
VR	Virtual reality
AR	Augmented reality
MR	Mixed reality
CD	Compact Disc
DVD	Digital Video Disc
TTS	Työtehoseura ry
AEL	Ammattienedistämislaitossäätiö AEL sr
FordEtis	Ford Electronic Technical Information System
ART	Audi Robotic Telepresence system
OBD	On-Board Diagnostics

# 1 Johdanto

## 1.1 Taustaa

Tietokoneiden merkitys oppimiseen nousee koko ajan, ja vauhti tuntuu kiihtyvän. Oppimista tapahtuu monella eri tavalla ja monessa eri oppimisympäristössä. Erilaisia nimiä ja lyhenteitä yhä uusille opetus- ja oppimistavoille on kymmeniä ja tietotekniikan kehitys on yhä nopeampaa. Onko todellisuus siis aiemmin kuviteltua ihmeellisempää?

Tein vuonna 1992 insinööriyön ”Vuorovaikutteinen video-opetusjärjestelmä autoasentajien täydennyskoulutuksessa” ja sen jälkeen olen toiminut auto- ja trukkimekaanikoiden koulutuksen parissa yhteensä 25 vuotta. Oma kokemukseni perustuu sekä huolto-organisaation johtamiseen että mekaanikoiden koulutuksen järjestämiseen. Siirryttyäni työelämään toimin ensin viisi vuotta suunnittelijana ja jälkimarkkinointipäällikkönä Elcat-sähköautoissa ja sen jälkeen kuusi vuotta varastotrukkivalmistaja Roclan jälkimarkkinointipäällikkönä. Molemmissa tehtävissä vastasin teknisen dokumentaation sekä koulutuksen toteutuksesta jälleenmyyjä- ja huoltoverkostolle. Teknisen dokumentaation ja koulutuksen maailma tuli hyvin tutuksi kuten myös huoltoverkoston tarpeet sekä haasteet. Roclan jälkeen siirryin TTS (Työtehoseura ry) autoalan koulutuspäälliköksi. TTS kouluttaa alalle tulevia mekaanikkoja ja lisäkouluttaa ammatissa jo työskenteleviä. TTS:llä on usean eri automerkin maahantuojan kanssa sopimus huoltoverkoston kouluttamisesta. TTS:n kouluttajat kävivät autotehtaan koulutuksissa ja kouluttivat sitten merkihuolto-organisaation mekaanikkoja. Työskenneltyäni kuusi vuotta TTS:llä siirryin nykyiseen työpaikkaani AEL:ään (Ammattienedistämislaitossäätiö sr), jossa on vastaavasti usean automerkin huoltomekaanikoiden koulutusta. 2018 alusta alkaen nykyinen tehtäväni kehitysjohtajana poikkeaa aikaisemmasta ja nyt vastuullani ovat tietotekniikka ja siihen liittyvät ohjelmistot sekä niiden kehitystyö ja ylläpito.

## 1.2 Tavoite

Tämän työn insinööriyön tavoitteena on tarkastella 1992–2018 välisenä 26 vuoden aikana tapahtunutta kehitystä automekaanikoiden koulutuksessa ja erityisesti tietotekniikan käytön hyödyntämistä koulutuksessa. Samalla selvitän, mikä tuolloin kirjoitetusta onkaan osoittautunut oikeaksi, mikä vääräksi, mikä tärkeäksi ja mikä vähemmän tärkeäksi.

Kirjallisuuden, tutkimusten, oman kokemuksen kautta sekä haastatteleamalla kouluttaja Tommi Piitulaista Ammattienedistämislaitossäätiö AEL sr:stä, kouluttaja Tapani Leinosta Työteho-seura ry:stä ja jälkimarkkinointipäällikkö Osmo Hagelbergia K Auto Oy:stä peilaan kehitystä ja nykyistä tilannetta silloiseen käsitykseen tietokoneavusteisesta oppimisesta sekä tulevaisuuden näkymien toteutumista.

### 1.3 Insinööriyö 1992

Tekninen korkeakoulu oli hankkinut 1990 Ford Motor Companyn IVLS (Interactive Video Learning System) video-opetusjärjestelmän, jossa tietokone ohjasi laservideolevysoitinta ja oppimista sekä mittasi osaamista esittämällä kysymyssarjoja [1, s. 1–2]. Anneli Pulkkis Helsingin teknillisen korkeakoulun työpsykologian laitokselta ja Ville Ollikainen tietotekniikan laitokselta perehtyivät tähän video-opetusjärjestelmään ja kirjoittivat 1990 raportin Fordin laitteistosta sekä tietokoneavusteisesta työnohjauksesta (TATO) [2]. Ville Ollikainen kirjoitti rungon omaan tietokoneohjelmaan, joka kykeni ohjaamaan oppimista ja videota Fordin järjestelmän tavoin. Jatkoin heidän työtään viemällä raportin teorian käytäntöön. Henry Fordin säätiön rahoittamana insinööriyönä käsikirjoitin, kuvasin ja editoin opetusvideon, tein osaamista mittaavat kysymykset sekä kirjoitin oppimista sekä videonauhuria ohjaavan ohjelman.

Aiheeksi valittiin katalysaattorit, koska ne olivat juuri tulleet Suomessa pakollisiksi 1991, ja siksi aihe oli ajankohtainen. Tietokoneavusteisessa oppimisohjelmassa oli päävalikko, josta voi valita opeteltavan osa-alueen ja ohjaaminen tapahtui suoraan tietokoneen ruudulta valokynällä klikaten (kuva 1). Tietokoneohjelma etsi videonauhulta oikean kohdan ja näytti opetusvideon. Kunkin osion jälkeen ohjelma kysyi kertauskysymykset. Kertauskysymyksiin väärin vastaaminen palautti juuri siihen kohtaan videota, jossa kyseinen asia käydään läpi. Kaikki osiot suoritettuaan pääsi tekemään loppukokeen. [1, s. 15–25.]





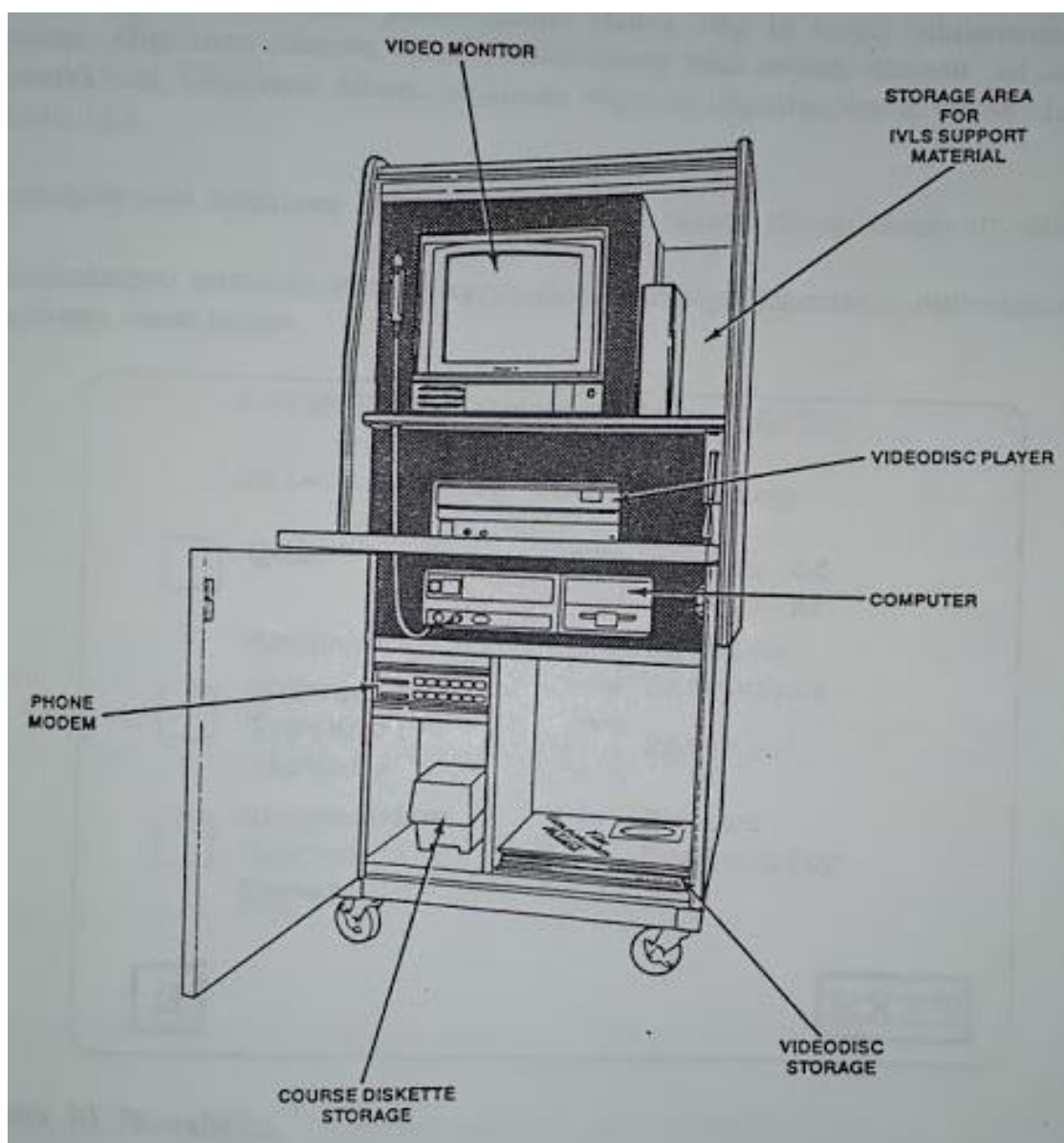
Kuva 1. Ohjelman ohjaus kosketuskynällä valikoiden avulla. Videomateriaali näytettiin synkronoidulta videonauhasta. [1, liite 2.]

## 2 Tietokoneavusteisesta työnohjauksesta e-learning:iin

### 2.1 Tietokoneavusteinen työnohjaus insinööriyön aiheena 1992

1992 insinööriyössä käytetään tietokoneavusteisen työnohjauksen käsitettä ja siitä lyhennettä TATO. Lyhenne TATO ei yleistynyt ammattilaispiirejä edemmäs ja Googlessa tehty haku ei löydä sitä enää ollenkaan. Työnohjaus on myös käsitteenä muuttunut työtehtävän taitojen opetuksesta. Työnohjaus ymmärretään nykyisin työntekijän ja työnohjaajan vuoropuhelua, jossa työntekijää autetaan ymmärtämään omaa työtä, työtapoja, työyhteisöä ja niihin liittyviä tunteita, asenteita ja ajatuksia. Nykyisin käytetään useimmiten ”työhön perehdytystä”, kun tarkoitetaan aiemmin käytettyä ”työnopastus”-termiä.

VTT:n Työpsykologian laitos tutki Fordin tietokoneohjattua video-opetusjärjestelmää (kuva 2), ja siitä kirjoitettiin 1991 tieteellinen julkaisu ”Computer-assisted training system for the shop floor”, joka perustui 1990 julkaistuun suomenkieliseen julkaisuun Vuorovai-  
kutteinen video auton asentajien koulutukseen [2]. Suomenkielistä versiota hyödynnettiin insinööriyötä kirjoitettaessa ja monet sen ajatukset pohjautuvat tähän julkaisuun.



Kuva 2. Sonyn valmistama laitteisto koottuna Fordin opetuslaitteistoksi [1, s. 13].

IBM teki 1965 ensimmäiset laajamittaiset työhön perehdytykset tietokoneelle laaditulla opetusohjelmalla ja tietokoneiden sekä ohjelmien opetuksessa sekä osaamisen arvioinnissa on käytetty opetusohjelmia luonnollisestikin kaikkein eniten [3, s. 84–95]. Automekaanikoiden tai jälkimarkkinoinnin alalla tietokoneavusteisuus oli mullistava ajatus 1992.

## 2.2 Opetusohjelmien jako vuorovaikutteisuuden mukaan

Opetusohjelmistot jaettiin tuolloin Lifländerin tutkimusraportin mukaan neljään eri ryhmään vuorovaikutteisuuden mukaan [4, s. 15–24]. Alla on kuvattu nämä neljä vuorovaikutteisuuden tasoa, ja olen verrannut niitä nykyisiin verkkoympäristöihin. Viime vuosien julkaisuissa ei juuri törmää tähän luokitteluun, mutta sen tunnistaminen auttaisi nykyisinkin hahmottamaan eri opetusohjelmien oikeaa käyttötarkoitusta.

### 1. Havainnointiohjelmistot

Opetusohjelma ei ole lainkaan vuorovaikutteinen. Tähän kuuluvat nykyisin esim. nauhoitetut opetusvideot ja YouTube -videot.

### 2. Suoraviivaiset opetusohjelmistot

Opetusohjelma etenee ennalta määrättyssä järjestyksessä, mutta kysymyksillä ja palautteella saadaan vuorovaikutteisuutta. Moni verkkokurssi toimii edelleen tällä tavoin. Kouluttajan kannalta tällaisen materiaalin rakentaminen on loogista, koska siinä tieto rakentuu vaihe vaiheelta.

### 3. Puumaiset opetusohjelmistot

Opetusohjelma on täysin vuorovaikutteinen ja oppilas voi edetä haluamassaan järjestyksessä. Oppimisympäristöt ovat usein rakenteeltaan tällaisia hierarkisia kokonaisuuksia, joissa opiskelija voi valita aihealueet itse. Useimmiten kuitenkin kouluttajat haluavat rajata etenemistä jakamalla aineiston useampaan osaan ja näin estää opiskelijaa etenemästä täysin omaan tahtiinsa. Aineisto sisältää usein pienemmistä aiheista tehtyjä suoraviivaisia opetusohjelmia tai videoita.

### 4. Verkkomaiset opetusohjelmistot

Puumaisesta parannettu versio, joka mahdollistaa suorat linkitykset eri puun osien välillä, sekä linkitykset esim. netistä löytyvään aineistoon. Aiemmin linkityksistä käytettiin termiä ”hyperteksti”. Verkkomaiset opetusympäristöt ovat nykyisin vallalla oleva rakennemalli, joka sisältää sekä pelkkää havainnointia että suoraviivaisesti eteneviä tehtäviä.



Kuva 3. Opetusohjelmien kehitys monipuolisiksi oppimisympäristöiksi (Lifländer 1990) [4, s. 15–24].

Tietokoneohjelman vuorovaikutteisuuteen vaikuttaa etenemisen lisäksi toteutustapa. Insinööriyönä 1992 toteutettu opetusohjelma oli rakenteeltaan pääosin puumainen. Oppijalla oli mahdollisuus edetä päävalikon kautta haluamalleen aihealueelle. Rakenne muodostui eri aihekokonaisuuksia käsittelevistä moduuleista. Niille oli kuitenkin määritetty tietty looginen järjestys, jossa ne voitiin katsoa. Halutessaan oppija voi kuitenkin ohittaa tuttuja osioita tai kerrata haluamiaan aiheita. Ohjelmassa oli myös verkkomaisia piirteitä eli ohjelma kykeni myös palauttamaan oikeaan videon kohtaan, jos osaamista mittavissa testeissä vastasi väärin. Ohjelmasta löytyi myös lisämoduuleita, joissa oli aihetta käsitelty tarkemmin. Nämä näytettiin vain, jos vastasi väärin tiettyihin peruskysymyksiin. [1, s. 15–25.]

Opetusohjelmien kehittyminen on tapahtunut 90-luvun alussa kuvatulla tavalla (kuva 3) yksisuuntaisista opetusohjelmista palautetta antaviin ja edelleen kokonaisuin oppimisympäristöihin. Nykyisin onkin yksittäisten opetusohjelmien sijasta usein käytössä oppimisympäristö, joissa oppija on itse aktiivinen, etsii sekä jakaa tietoa ja oppiminen tapahtuu monella eri tavalla.

### 2.3 Sähköiset oppimisympäristöt

Insinööriyön aikaan ajateltiin vuorovaikutteisudessa vain tietokoneohjelmaa. Internetin avattua mahdollisuuden tiedon jakamiseen ja ihmisten väliseen yhteydenpitoon, on vuorovaikutteisudessa siirrytty puhumaan oppimisympäristöstä. Oppiminen on kuitenkin yleensä usean eri oppimistavan yhdistelmä. Insinööriyössä ajateltiin oppimisen olevan tietokoneohjelman ja käytännön työtehtävässä tapahtuvan oppimisen yhdistelmä. Nykyisin puhutaan usein monimuoto-oppimisesta tai sulautetusta oppimisesta, joka on käännös englanninkielisestä ”blended learning” -termistä. Monimuoto-oppimisessa yhdistetään perinteisiä monimuoto-opetuksia monimuotoisiin sähköisiin- tai virtuaalisiin oppimisympäristöihin [5, s. 20]. Sähköinen oppimisympäristö voi koostua useista tietokoneohjelmista ja ympäristöistä ja sen ei välttämättä tarvitse olla verkottunut. Useimmiten sähköiset oppimisympäristöt pitävät kuitenkin sisällään yhteisöllisyyden verkon kautta. Verkko voi olla sisäinen rajattu verkko tai sitten internetin kautta jopa täysin rajoittamaton. Nykyisin puhutaankin enemmän verkko-oppimisympäristöstä kuin sähköisestä oppimisympäristöstä.

Verkko-oppimisympäristöt voidaan jakaa karkeasti neljään eri tyyppiin [5, s. 36–39]:

- informaatiovarasto, jossa on opiskelumateriaalit ja linkit
- verkosto, jossa opiskelijat käyvät keskustelua toistensa ja opettajan kanssa
- hyperteksti, jossa opiskelumateriaalin rakenne ja siihen lisätyt linkit helpottavat itseopiskelua ja tukevat kognitiivista oppimista
- virtuaaliset oppimisympäristöt.

Käytännössä verkko-oppiminen on usein näiden erilaisten oppimisympäristöjen yhdistelmä ja usein siihen sekoittuu vielä opettajan läsnäopetus. Nykyisin oppiminen tapahtuu lähes aina sulautettuna oppimisena, jossa useat eri menetelmät ja kanavat yhdistyvät.

Tietokoneavusteista oppimista käytetään edelleen yleisterminä vaikkakin englannin kielestä lainatut termit ovat yleisesti käytössä. Vastaava englanninkielinen termi e-learning, ”sähköinen oppiminen”, on yleistynyt käyttöön. Sähköisiä oppimisen välineitä ovat muut-

kin kuin perinteinen tietokone eli esimerkiksi mobiilit välineet, kuten älypuhelin ja taulu-tietokone - ”pädi”. Toki tietokone eli prosessori ja ohjelmat ovat näissäkin sisällä. E-learning lisäksi on termi m-learning, mobiilioppiminen, tullut käyttöön. Se on e-learning:in liikkuva muoto, jonka mukana kannettavat laitteet mahdollistavat. [7, s.13.]

Tietokoneavusteinen oppiminen kehitty nopeasti koko ajan. Välineet ja ohjelmat kehittyvät koko ajan ja termeille syntyy alaryhmiä. Välineiden lisäksi käytetyt menetelmät vaihtelevat tekstistä videoihin sekä animaatioihin, simulaatioihin ja peleihin.

## 2.4 Oppimisprosessi

Oppimisprosessi oli kuvattu insinööriyössä Yrjö Engeströmin (1984) täydellisen oppimisprosessin mukaan (kuva 4) [6, s. 45–46]. Hänen edustama kognitiivinen oppimiskäsitys oli tuolloin vielä kohtalaisen uutta ja valtasi alaa behavioristiselta oppimiskäsitykseltä. Suoritin itse pedagogiset opinnot 2007 ja sama täydellinen oppimisprosessi opetettiin sielläkin, tosin pääosin vielä behavioristisin menetelmin. Insinööriyönä suunniteltu opetusohjelma pyrki noudattamaan oppimisprosessia ja kullekin vaiheelle oli pohdittu selkeä toiminto.

1. Motivoituminen. Johdannossa selvitettiin ilmansaasteisiin liittyvät syyt lainsäädännön taustalla ja syyt sekä katalysaattorien käyttöönottoon että niiden käytön-aikaiseen valvontaan. [1, s. 25.]

Perusteet saasteiden vaikutuksista pätevät edelleenkin ja päästömääräyksiä käytetään nykyisinkin perusteena kun koulutetaan mekaanikoille yhä tiukentuvia pakokaasupäästöjä määräyksiä täyttäviä monimutkaisia järjestelmiä. Globaali ilmastomuutos on noussut paikallisia vaikutuksia merkittävämmäksi kuluneen 26 vuoden aikana. Siitä huolimatta mekaanikoille pitää perustella asia yhä uudelleen.

2. Orientoituminen. Oppija muodostaa itselleen kokonaiskuvan, joka auttaa ymmärtämään yksityiskohtia ja keskittymään oleellisiin asioihin. Insinööriyössä tämä oli tunnistettu pakokaasuanalysaattorin ja lambda-testin merkitykseen järjestelmän toiminnan tarkastuksessa. [1, s. 25.]

Edelleenkin teknisten järjestelmäkokonaisuuden ymmärtäminen lähtee kokonaisuuden ja sen toimintaa ohjaavien periaatteiden ymmärtämisestä. Orientoitumisen merkitys on kasvanut, koska järjestelmien monimutkaisuus ja monimuotoisuus on kasvanut merkittävästi. Auton toimintoja ohjaavat tietokoneohjelmat saattavat vaihdella varusteittain, ohjelmaversioittain sekä tuotantosarjoittain. Tällöin kunkin auton toiminnan tarkastaminen perustuu valmistajalta saatavan yksilökohtaisen tiedon ja järjestelmäkokonaisuuden toiminnan ymmärtämiseen.

3. Sisäistäminen. Opiskelija soveltaa uutta tietoa käytäntöön ja yhdistää sen vanhaan osaamiseen uudeksi toimintamalliksi. Video jaettiin järjestelmän toiminnan tarkastuksen mukaisiin vaiheisiin. [1, s. 25].

Nämä vaiheet ovat usein autovalmistajan ohjeissa tai itseopiskelumateriaaleissa. Useimmiten tämä vaihe toteutetaan koulutuksissa käytännön harjoituksissa, koska sisäistäminen tapahtuu tehokkaimmin kaikkia aisteja hyödyntäen. Korjaaminen on nykyisin mahdollista toteuttaa valmistajan ohjeita noudattaen, mutta vikadiagnostiikasta on tullut haastavin työvaihe ja sen sisäistäminen vaatii paljon käytännönharjoittelua.

4. Ulkoistaminen. Opittavaa periaatetta sovelletaan ja ratkaistaan ongelmia. Ulkoistusvaihe oli insinöörityössä toteutettu sijoittamalla jaksojen loppuun sijoitetuilla monivalintatehtävillä. Väärä vastaus johti valitun kohdan uudelleen näyttämiseen tai jopa lisämateriaalin esittämiseen. [1, s. 25.]

Monivalintatehtävät toimivat hyvin ja ne ovat helppoja tehdä. Niitä käytetään edelleenkin samoin toteutettuna. Ne eivät kuitenkaan täysin riitä osaamisen täydelliseen soveltamiseen vaan siihen vaaditaan todellista automekaanikon työtä tai sitten kehittynyttä simulaatiota. Tämä vaihe toteutuukin usein vasta kuukausia koulutuksen jälkeen.

5. Arviointi. Oppija tarkastelee kriittisesti opittavaa selitys- ja toimintamallia. Insinöörityönä tehdyssä verkko-opetusohjelmassa tämä vaihe on kuvattu lopussa suoritettuna koko koulutusta koskevinä kysymyksinä. [1, s. 25.]



Tämä vaihe ei aivan vastaa Engeströmin tarkoittamaa opiskelijan suorittamaa kriittistä tarkastelua vaan on enemmänkin ulkoistamista. Kokoamalla tähän vaiheeseen kaikkien aihealueiden kysymykset, on pyritty luomaan eri aihealueista yhtenäinen kokonaisuus. Sillä luodaankin hyvä pohja selitys- ja toimintamallin arviointiin.

6. **Kontrolli.** Oppilas seuraa, arvioi ja kehittää omaa oppimistaan sekä korjaa omaa toimintaansa tarpeen mukaan. Tätä on tavoiteltu ohjelman aikana esitetyillä kysymyksillä sekä ryhmittelemällä ja numeroimalla työvaiheet. Työvaiheet kerrataan vielä lopussa numeroituna työlistana. Kontrollia tapahtuu myös myöhemässä vaiheessa käytännön ongelmien kanssa työskennellessä. [1, s. 25.]

Vaiheet 5 - arviointi ja 6 - kontrolli jäävät nykyisinkin liian vähäiselle huomiolle. Koulutuksen vaikuttavuutta eli sitä, miten opit tulevat työssä käyttöön, ei riittävästi seurata eikä tueta. Oppisopimuskoulutuksissa tämä on mahdollista, koska työ jakautuu selkeästi opetukseen ja työssäoppimiseen. Oppisopimus on pitkäkestoinen koulutus eli kestää noin 1–3 vuotta, ja sen aikana on opetusta 10–50 päivää. Lähiopetuksen välissä olevan työssäoppimisen tulee olla ohjattua ja tavoitteellista. Tämä antaa mahdollisuuden rakentaa koulutus kaikkien Engeströmin oppimisen vaiheiden osalta. Tällöin voidaan seurata opittujen asioiden käyttöönottoa työtehtävissä sekä ohjatusti arvioida opittua tietoa sekä omaa osaamista.

1. **Motivoituminen.** Oppilas tiedostaa ristiriidan opittavan ajattelu- ja toimintamallin sekä oman aikaisemman tietorakenteensa välillä.
2. **Orientoituminen.** Oppilas muodostaa jäsenyneen ja tietoisien ennakkokuvan, orientaatioperustan, joka selittää ongelman ratkaisemiseen tarvittavan periaatteen ja tietorakenteen.
3. **Sisäistämisen aikana** oppilas suhteuttaa uutta tietoa aikaisempaan, tulkitsee ja sulauttaa tiedot uudeksi malliksi.
4. **Ulkoistaminen** tarkoittaa opittavan periaatteen soveltamista ja sisäistetyn tiedon testaamista käytännössä.
5. **Arvioinnissa** oppilas tarkastelee kriittisesti opittavan selitys- ja toimintamallin pätevyyttä ja todenmukaisuutta.
6. **Kontrolli.** Oppilas tarkastelee etäältä omaa oppimistaan. Hän pysähtyy erittelemään omaa suoritustaan omaksuttavan uuden ajattelu- ja toimintamallin valossa ja korjaa tarpeen mukaan suoritustaan ja käsitystään asiasta.

Kuva 4. Yrjö Engeströmin täydellisen oppimisen malli vuodelta 1984 [6, s. 45–46], joka on edelleen käytössä kuten 1992.

## 2.5 Oppimiskäsitys verkko-oppimisessä

Nykyisin kognitiivisen oppimiskäsityksen on usein korvannut konstruktivinen oppimiskäsitys. Myös verkko-oppimisessä hyödynnetään sen periaatteita. Konstruktivinen käsitys sopii hyvin ammatilliseen lisäkoulutukseen, jossa tietoa rakennetaan aiemman tiedon pohjalle [5, s.15]. Myös suuri osa mekaniikoista on tottuneet itsenäiseen ja aktiiviseen työskentelyyn. Kouluttajan rooli on tällöin oppimisen ohjaaminen.

Ero kognitiiviseen oppimiseen ei kuitenkaan ole suuri ja molemmat toimivat hyvin verkko-opetuksen pohjana. Konstruktivisessa oppimisessä kouluttajan motivoiva rooli on kuitenkin pienempi ja keskittyy enemmän oppimisympäristön rakentamiseen, joten sen puolesta se sopii jopa paremmin tietokoneavusteisen opetuksen oppimiskäsitykseksi. Konstruktivinen oppimiskäsitykseen kuuluu myös yhteistoiminnallinen oppiminen ja se sopii hyvin verkossa tapahtuvaan yhdessä oppimiseen. [7, s. 8–9.]

## 2.6 1992 insinööriyöstä puuttuvia näkökohtia

Insinööriyössä, eikä sitä edeltäneessä tutkimuksessa, otettu huomioon mekaanikkojen valmiuksia käyttää tietokoneavusteista oppimista. Tuohon aikaan monikaan automekaniikoista ei ollut käyttänyt tietokonetta ja vierasti sen käyttöä vielä 2010-luvulle saakka. Ennakoasenteiden merkitystä ja muutosvastarintaa ei otettu huomioon.

Toinen merkittävä seikka on tietokoneavusteisen ohjelman käyttöön liittyvä itsenäinen opiskelu. Mekaanikkojen oppiminen oli ollut tuohon päivään saakka hyvin tarkasti ohjattua. Ensin kansa- tai peruskoulussa, sen jälkeen ammattikoulussa ja edelleen merkikoulutuksissa. Valmiudet vastuun ottamiseen oman osaamisen kehittämistä olivat hyvin heikot.

Nämä seikat ovat jääneet kokonaan pois, vaikka niiden merkitys järjestelmän käyttöön-ottoon olisivat olleet kriittistä. Tämä ei koske yksinomaan mekaanikkoja vaan myös koko työyhteisöä, jossa ei yleensä uskottu perinteisestä poikkeavaan koulutukseen ja itsenäiseen oppimiseen.

## 2.7 1992 insinööriyön ajatukset tulevast

1992 insinööriyönä toteutettu tietokoneavusteinen videokurssi on vielä nykymittapuunkin mukaan suunniteltu oppimiskäsityksen mukaan oikein ja sen toteutustapa vastaa täysin monia nykyisiä verkkokursseja. Videonauha oli kömpelö ja hidas tekniikaltaan, mutta jo tuolloin alkuperäisenä tavoitteena oli tallentaa video optiselle CD-levylle ja ajatukset tietokoneen muistiin tallennettavasta videomateriaalista olivat jo ennusteena. Silloin puhuttiin optisesta massamuistista, jota nykyisin kutsuttaisiin VCD (video compact disc) tai DVD (digital video disc) levyksi. Riittävä tekniikka oli siis tuolloin jo olemassa, ja jopa sen ajan hinnoilla, toteutuksen todettiin olevan taloudellisesti järkevää yli kuuden keskikokoisen korjaamon mekaanikoiden kouluttamiseksi. Miksei tietokoneavusteinen koulutus sitten yleistynyt vauhdilla? 1992 insinööriyössä arveltiin paradoksina olevan, että tietokoneavusteiset koulutukset edistyvät hitaasti ilman markkinoita ja markkinoita ei ole ilman näyttöä hyvistä ohjelmista ja tuloksista.

Tämä varmaan piti paikkansa, mutta tietokoneavusteinen koulutus on monella muulla alalla jo pidemmällä. Muita syitä pitänee hakeakin myös syvälle juurtuneista opetus- ja

oppimistavoista sekä tietokoneita kohtaan koetuista ennakkoluuloista. Myös mekaani-koiksi halunneet tai ajautuneet tunsivat usein vastenmielisyyttä koulutusta ja lukemista kohtaan. 80–90-luvun tietokoneohjelmat painottuivat usein tekstipohjaisiin käyttöliittymiin ja ennakkokäsitykset tietokoneista perustuivat usein tähän. Esimerkiksi 2005–2007 Työtehoseuran kaikille autoalan opiskelijoille tehtiin luki- ja kirjoitustestin. Osoittautui, että lähes 60 %:lle autoalan opiskelijoista sekä heidän opettajistaan lukeminen ja kirjoittaminen tuottivat haasteita. Syitä oli varmasti monia, mutta lukemisen ja kirjoittamisen haasteet vaikuttavat varmasti sekä ennakkoasenteisiin että oppimiseen.

Tietotekniikan käyttöönottoon vaikutti Suomessa varmasti myös 90-luvun lama, jolloin autoliikkeet ja maahantuojat joutuivat taloudellisesti vaikeaan tilanteeseen ja monet ajautuivat konkurssiin. Muualla maailmassa lama ei ollut yhtä syvä, mutta taantuma koettiin kyllä lähes kaikkialla. Alhaiset myyntiluvut tarkoittavat aina niukkoja taloudellisia resursseja ja silloin tingitään usein ensin koulutuksista. Koulutuksen vähentämisen vaikutukset tulevat vasta viiveellä, joten siitä onkin mahdollista hetkellisesti tinkiä. 1992 insinööriyön jälkeinen aikakaan ei siis ollut otollinen autoalan tietokoneavusteisten koulutusten yleistymiselle.

Verkkokoulutus on vielä nykyisinkin monelle uusi opetusmuoto, ja haasteena on saada henkilöt hyödyntämään itsenäisesti verkkomateriaaleja. Valitettavan usein laajat aineistot jäävät hyödyntämättä [7, s. 50].

### **3 Mekaanikkojen koulutuksen kehitys 1990-luvulta vuoteen 2018**

#### **3.1 Mekaanikkojen koulutuksen kehityksen taustatiedot**

Olen kerännyt tähän oman kokemuksen sekä haastatteluiden perusteella yhteenvedon automekaanikkojen koulutuksen kehityskaaren 1990-luvulta tähän vuoteen saakka.

Olin itse opiskelun aikana mekaanikkona, autonmyyjänä ja takuukäsittelijänä Lohjan Autola Oy:ssä 1989–1990. Jälkimarkkinointipäällikkönä Elcatissa 1993–1999 vastasin teknisestä koulutuksesta ja käytin Subarun korjaamokäsikirjoja. Kirjoitin myös itse korjaamokäsikirjan 1994 Elcat-sähköautoon. Roclan jälkimarkkinointipäällikkönä 1999–2006 vastasin Roclan korjaamokäsikirjoista ja teknisestä koulutuksesta. Seurasimme tarkoin

autoalan ja työkonealan toimintamalleja koulutuksen ja dokumentoinnin osalta. Rakensimme tuolloin trukin sarjanumerolla web-sivulle tulostuvan yksilöllisen varaosakirjan ja teknisen dokumentaation. Autoalan koulutuspäällikkönä 2006–2011 ja johtajana koulutusosalalla 2012–2018 vastuualueelle on kuulunut yhteistyö automaahantuojojen koulutusorganisaatioiden kanssa mm. Volkswagen, BMW, Audi, Ford, Mercedes, Volvo, Renault, Fiat, Chrysler ja Dodge.

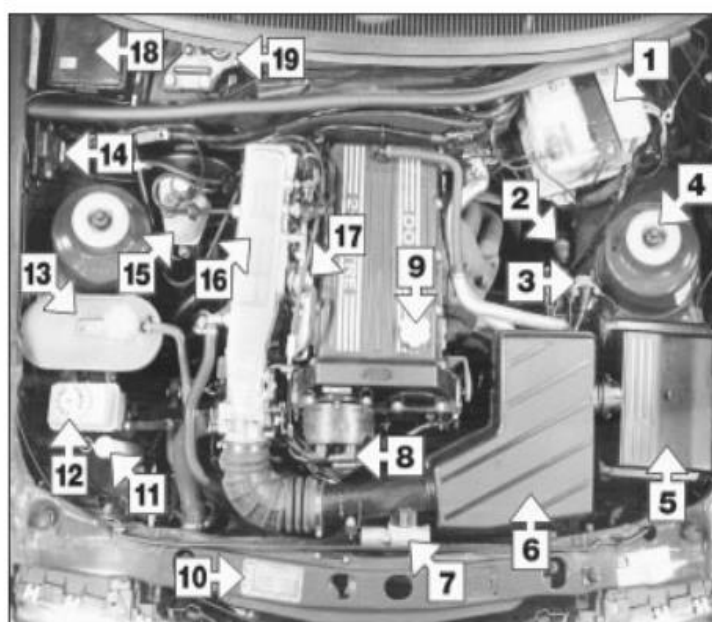
Haastattelin myös kolmea merkkiorganisaatioiden kanssa toimivaa henkilöä, kahta autoalan kouluttajaa ja yhtä jälkimarkkinointipäällikköä. Yleiseen osioon on kuvattu yleinen kehitys ja Ford- sekä Renault -merkkien osalta kuvasin tarkemman merkkikohtaisen kehityspolun.

### 3.2 Mekaanikkojen koulutus 1990-luvulla

Vaikka Fordin tietokoneavusteinen koulutusmalli oli edistyksellinen, niin se ei yleistynyt 90-luvun aikana. Myöskään muiden autovalmistajien tietokoneavusteinen koulutus ei lähtenyt liikkeelle vielä 90-luvulla. Koulutus perustui vahvasti perinteisiin paperisiin koulutusmateriaaleihin, korjaamokäsikirjoihin sekä perinteiseen opetukseen eli teoriaopetukseen ja käytännön harjoitteluun. Koulutusten pituudet olivat nykyistä pidempiä, ja tyypillinen kesto oli 2–4 päivää.

Koulutusmateriaali oli useimmiten käännetty tehtaan koulutusmateriaalista ja tulostettu jaettaviin mappeihin. Tyypillinen koulutusmateriaali oli tekstiä ja rasteroituja mustavalkoisia kuvia (kuva 5). Kuvien kopiointi ei onnistunut kunnolla 90-luvun kopiokoneilla ja kuvat muutettiin ensin pieniksi pisteiksi eli rasteroitiin. Kuvien tarkkuus oli heikko ja värikuvia käytettiin harvoin. Usein käytettiin myös pelkkiä ääriivakuvia, joista oli usein vaikea hahmottaa kappaleen muotoa. Videoita ei juuri käytetty koulutuksissa. Videot olivat lähinnä auton yleisesittelyä ja niitä käytettiin eniten automyyjien koulutuksissa. Videot olivat VHS kaseteilla ja esitettiin pienikokoisten 24–32”-n kuvaputkitelevisioiden kautta.

## 1•6 Maintenance - component location



Underbonnet view of a 1990 2.0 litre DOHC fuel injection model

- 1 Battery
- 2 Braking system deceleration-sensitive valve
- 3 Ignition coil
- 4 Suspension strut top
- 5 Air cleaner
- 6 Plenum chamber
- 7 Idle speed control valve
- 8 Distributor
- 9 Oil filler cap
- 10 VIN plate
- 11 Windscreen washer reservoir filler neck
- 12 Power steering fluid reservoir
- 13 Coolant expansion tank
- 14 Manifold absolute pressure (MAP) sensor
- 15 Brake fluid reservoir
- 16 Inlet manifold
- 17 Fuel pressure regulator
- 18 Fusebox
- 19 Windscreen wiper motor

Kuva 5. Ford Sierra Service & Repair Manual, Heynes. 1990 [8, s. 24].

### 3.3 Sähköiset korjaamokäsikirjat 90-luvun lopulla

Tietokoneiden hyödyntäminen tapahtui ensin korjaamokäsikirjoissa. Jo 90-luvun lopussa valmistajat ryhtyivät tekemään sähköisiä korjaamokäsikirjoja. Ne olivat samoja kuin paperillakin, mutta tallennettu CD-levylle. Korjaamoissa niiden käyttö oli kuitenkin mahdollista vain korjaamopäälliköiden ja työnjohtajien tietokoneissa. Mekaanikoilla ei juuri ollut pääsyä tietokoneelle.

2000-luvulle tultaessa koulutukset olivat edelleen hyvin samanlaisia kuin aikaisemminkin. Tietokoneiden nopea yleistyminen 2000-luvulla toi kuitenkin paperisten korjaamokäsikirjojen rinnalle käyttöön myös sähköiset materiaalit, jotka oli edelleen tallennettu CD:lle. Internet oli vielä liian hidas kuvia sisältävän materiaalin lataamiseen, ja CD oli myös helpompi suojata kopioinnilta. Tyypillisessä korjaamossa oli kuitenkin yleensä vain yksi tietokone mekaanikoiden käytössä, joten käyttö keskittyi yleensä diagnostiikkaan erikoistuneille mekaniikoille.

### 3.4 Internet-portaalit 2000-luvun puolivälissä

Internetin käyttö yleistyi ja sen nopeudet kehittyivät. 2000-luvun puolivälissä autovalmistajat ryhtyivät yleisesti tarjoamaan internetportaalien kautta huolto- ja korjausohjeita. Tämä pakotti viimeisetkin korjaamot hankkimaan tietokoneen mekaanikoiden käyttöön. Isoimmat korjaamot hankkivat jopa useita tietokoneita korjaamolle, mutta tyypillinen suhdeluku oli usein noin viisi mekaanikkoa per tietokone.

### 3.5 Videoiden tuleminen

Autovalmistajien koulutusmateriaalit muuttuivat 2000-luvun aikana. Videoiden ja kuvien käyttö lisääntyi ja CD-levyistä siirryttiinkin enemmän tallennustilaa sisältäviin DVD-levyihin. Internet oli vielä 2005–2010 liian hidas videomateriaalien katsomiseen ja DVD-levyt toimivat parhaiten.

Uutena ongelmana tulikin nyt aineiston kääntäminen. Aikaisemmat kirjamuotoiset koulutusmateriaalit sisälsivät vähän tekstiä ja ne oli helppo kääntää suomenkielelle. Koulutusmateriaalin monipuolistuessa käännöskustannukset olisivat kasvaneet nopeasti. Videot jätettiin usein kääntämättä, ja niiden hyödyntäminen jäi siksi monen mekaanikon osalta vähäiseksi.

2005 jälkeen verkkokursseja oli kuitenkin jo lähes kaikilla autovalmistajilla tarjolla ja käännettyä materiaaliakin löytyi suurimmilta maahantuojilta hyvin. Useimmat mekaniikoista eivät kuitenkaan innostuneet tietokoneista ja verkkokursseista. Korjausohjeet ja itseopiskelumateriaalit olivat kyllä sähköisessä muodossa, mutta usealla korjaamolla oli edelleen vain yksi tai muutama tietokone mekaanikoiden käytössä.

### 3.6 PowerPoint ja sähköinen koulutusmateriaali

Automekaanikoiden koulutukset sisälsivät 2005–2010 edelleen teoriaa ja käytännönharjoittelua kuten aikaisemminkin, mutta kouluttajat ottivat sähköisen materiaalin käyttöönsä. Sähköisestä materiaalista oli nyt myös helpompi rakentaa omaa koulutusmateriaalia. Myös videoita hyödynnettiin koulutuksissa. Enää ei tarvinnut katsella pieneltä tv-

ruudulta vaan videoita katseltiin dataprojektorin eli videotykin isolta kankaalta. Kielikään ei ollut este, koska kouluttaja pystyi selostamaan samalla suomeksi, mitä niissä tapahtui.

Powerpoint tuli yleiseksi tavaksi esittää koulutusaineistoa, ja siinä hyödynnettiin alkupe-  
räistä sähköistä koulutusaineistoa sekä kouluttajan omaa aineistoa. Se jaettiin koulutuk-  
sen aikana myös mekaanikoille mutta paperilla. Korjausohjeita luettiin käytännön harjoi-  
tusten yhteydessä suoraan tietokoneelta ja opetettiin mekaniikoita hyödyntämään niitä.  
Itseopiskelumateriaalit olivat myös mekaanikoiden käytettävissä, mutta niiden hyödyntä-  
minen oli edelleen melko vähäistä. Mekaanikoilla ei yleensä ollut työpäivän aikana aikaa  
käyttää itseopiskeluohjelmia. Järjestelmät olivat tuolloin käytettävissä vain työpaikan ko-  
neilta, joten vaikka intoa olisi ollut, niin omalla ajalla niiden käyttäminen ei ollut mahdol-  
lista.

### 3.7 Verkkokurssien yleistyminen

Koulutuksissa on usein ongelmana mekaanikoiden hyvin erilainen osaamisen lähtötaso.  
Verkkokurssin suorittaminen ennen koulutusta tasoittaa tätä eroa nostamalla heikoim-  
pien osaamistasoa ja motivaatiota. Maahantuojaat ryhtyivätkin kannustamaan verkko-  
kurssien suorittamista ennen koulutukseen tuloa. Vapaaehtoisesti toteutettuna ongel-  
mana on se, että eniten koulutusta tarvitsevat jättävät sen yleensä tekemättä. Joko me-  
kaanikkoa ei itseään kiinnosta tai työnantaja ei anna mahdollisuutta.

Jotkin maahantuojusta kokeilivat pakottaa mekaniikoita suorittamaan verkkokursseja en-  
nen koulutukseen tuloa. Muutaman kotiin käännätyksen jälkeen vastentahtoisetkin me-  
kaanikot alkoivat suorittaa verkkokursseja ja työnantajat antoivat suorittaa niitä työajalla.  
Tämä toimintatapa herätti kuitenkin paljon valitusta ja kritiikkiä.

Tietokoneet ja internet olivat jo osalle mekaniikoista arkipäiväisiä tiedonhankinnan väli-  
neitä, mutta osa taas edelleen vierasti niitä. Murros tapahtui kuitenkin 2010 jälkeen. Äly-  
puhelimien kiihtyvä vyöry alkoi iPhoneen tultua vuonna 2007 markkinoille. Samaan aikaan  
sosiaalinen media houkutti ihmisiä yhä enemmän internetin käyttäjiksi. Googlen hakuko-  
neen ominaisuudet ja räjähdysmäisesti kasvanut internetin tietomäärä sai ihmiset hake-  
maan tietoa päivittäisiin aisoihinsa netin kautta. Hyvin nopeasti ihmisten ajankäyttö tie-



tokoneiden ja älypuhelimien kanssa lisääntyi ja he tottuivat käyttämään niitä tiedonlähteinä. Sama tapahtui myös työpaikoilla. Mekaanikoiden käytettävissä olevien tietokoneiden määrä lisääntyi, ja kynnys niiden käyttämiseen on jo lähes kokonaan hävinnyt.

### 3.8 Verkkokurssit osana koulutuskokonaisuutta

Tällä hetkellä 2018 tietokoneet, tabletit ja älypuhelimet ovat lähes kaikille pääsääntöinen tiedonhankintakanava. Verkkokurssit ovatkin nykyisin olennainen osa automekaanikoiden koulutusta. Ne eivät ole syrjäyttäneet lähikoulutuksia, vaan ovat tulleet niiden rinnalle osana monimuotoista koulutuskokonaisuutta.

Verkkokurssien toteutukseen liittyy kuitenkin edelleen paljon haasteita. Laitteiden, verkko-yhteyksien, internetselaimien ja palomuurien moninainen viidakko aiheuttaa edelleen paljon ongelmia toteutuksiin. Lisäksi henkilöiden osaaminen tietokoneiden ja ohjelmien erilaisten asetusten osalta on edelleen haaste verkkokurssin toteutukselle.

Osaamisen kartoittaminen tai verkossa tehtävät kokeet ovat myös edelleen tunteita herättäviä asioita. Heikoimmin osaavia mekaniikoita on edelleen vaikein saada tekemään verkkokoulutuksia etukäteen.

### 3.9 Ryhmäpoikkeusasetuksen vaikutukset koulutukseen

Ryhmäpoikkeusasetuksella pakotettiin autovalmistajat jakamaan tietoa myös oman merkkiorganisaation ulkopuolisille korjaamoille. Estääkseen satunnaisten osaamattomien korjaajien virheet ja ehkä myös suojellakseen omia merkkikorjaamojaan, autovalmistajat ottivat käyttöön mekaanikoiden osaamistasovaatimukset. Mekaanikoiden on suoritettavat koulutukset tietyssä järjestyksessä ja läpäistävä tasotestit koulutuksen jälkeen. Tasotestit sopivat hyvin verkko-oppimisympäristöön ja nykyisin ne suoritetaankin pääosin autovalmistajien verkko-oppimisympäristöissä.

### 3.10 Verkkokurssien ja -testien haasteet

Heikoimmin koulutuksessa ja testeissä menestyvät mekaanikot sekä vähiten osaamiseen panostavat korjaamot arvostelevat usein eniten myös koulutusta, verkkokursseja

ja tasotestejä. Verkkokoulutuksen haasteet ovatkin suurimmat siinä, että se toimii hyvin motivoituneille mekaanikoille ja korjaamoille, jotka antavat aikaa opiskeluun. Lähiopetuksella voidaan irrottaa mekaanikot korjaamolta ja kouluttaja pystyy ”pakottamaan” tai innostamaan mekaanikon keskittymään aiheen opetteluun. Verkko-opetus edellyttää kouluttajalta samanlaista opiskelijoiden seuraamista ja ”pakottamista” aiheen ääreen. Etänä toimittaessa tämä on kuitenkin astetta haastavampaa kuin lähiopetuksen aikana. Lähiopetuksessa tätä helpottaa ryhmäpaine ja häiriöiden pois sulkeminen. Etänä opiskeltaessa ryhmäpaineen rakentaminen pitää suunnitella erikseen ja häiriötekijöiden hallinta on vaikeaa.

## **4 Merkkikohtaisia esimerkkejä**

### 4.1 Ford mekaanikkojen koulutus

#### 4.1.1 Ford mekaanikkojen koulutus 2005–2016

Fordin mekaanikkojen koulutukseen suunniteltu tietokoneavusteinen laitteisto oli 1992 koekäytössä Amerikassa mutta ei Suomessa. Suomessa järjestelmää ei otettu edes koekäyttöön ja tutkimuskäyttöön hankittu järjestelmä jäi ainoaksi kappaleeksi. Koulutus jatkui Suomessa hyvin perinteiseen tapaan paperikansioilla, luokkaopetuksella sekä käytännön harjoittelulla 2000 luvulle saakka.

Toimin itse TTS Työtehoseura ry:n koulutuspäällikkönä 2006–2011, ja TTS koulutti Ford mekaanikkoja maahantuojan kanssa tehdyn sopimuksen mukaisesti. Haastattelin TTS:n Ford kouluttajaa verkko-opetuksen kehityksestä lokakuussa 2018 ja perehdyin myös Fordin mekaanikkokoulutuksesta 2016 tehtyyn insinööriyöhön.

2005 Fordin koulutusmateriaalit päätettiin tehdä Moodlen verkko-oppimisympäristöön. Ford teki jo tuolloin koulutusyhteistyötä TTS:n kanssa. TTS:n Ford-kouluttaja rakensi koulutusmateriaalin Moodlen sähköiseen oppimisympäristöön. Tuohon aikaan oli vielä aika vähän kokemusta oppimateriaalin rakentamisesta sähköiseksi ja ensimmäiset Moodle-kurssit sisälsivätkin lähinnä paperimateriaalin ja Powerpoint esityksen sähköisessä muodossa. Materiaalin sisältö kehittyi kuitenkin nopeasti. Kouluttajan osaaminen Moodlen käyttämisestä kehittyi ja aineiston pedagoginen näkökulma parani merkittävästi hänen käytyä pedagogisen koulutuksen. Aineisto koostuikin sitten Fordin kurssimappi-

materiaalista käännetystä aineistosta, PowerPoint-esityksestä sekä Moodleen tehdyistä moduuleista, joissa oli oppimista tehostavia välitehtäviä. Tämä antoi samalla mahdollisuuden sovittaa koulutusmateriaalia paremmin Suomen erityistarpeisiin sekä mekaanikoiden lähtötasotietoihin.

Fordilla oli tuolloin kurssikansioiden lisäksi myös hyvää englanninkielistä itseopiskelumateriaalia DVD-levyillä, ja ne sisälsivät paljon videoita. Näiden itsenäinen käyttäminen koulutusten ulkopuolella oli kuitenkin vielä vähäistä [9].

#### 4.1.2 Ford-mekaanikkojen koulutus 2016–2018

Ford-mekaanikkojen koulutusta edelleen kehitettiin 2016 tehdyssä insinööriyössä ”Ford-koulutusohjelman uudistaminen”. Insinööriyön tavoitteena oli kehittää koulutusta sekä siirtä käyttämään suoraan Fordin omaa FordEtis-oppimisympäristöä (Electronic Technical Information System), joka oli kehittynyt huomattavasti myös eteenpäin. [10, s. 1–2.]

FordEtis-sivustosta löytyy tällä hetkellä koulutus- ja itseopiskelumateriaali kaikille Fordin mekaanikotasoille. Tasoihin vaadittavat koulutukset on käännetty suomenkielelle, mutta kaikkea muuta materiaalia ei ole nytkään käännetty. Ford-mekaanikkojen sertifiointi on jaettu kolmeen tasoon. Ford-, Senior- ja Master-mekaanikko. Saadakseen sertifiointin on mekaanikon käytävä koulutus sekä suoritettava loppukoe. Loppukokeet tehtiin ensin edelleen paperilla, koska mekaanikoiden tietokoneen käyttö oli usein heikkoa. Sitten ne muutettiin sähköisiksi tehtäviksi ja vietiin Moodleen. Nyt tehtävät tehdään suoraan Fordin omaan järjestelmään. [10, s. 22.]

Itseopiskelumateriaali sisältää yhä enemmän videoita, animaatioita, kuvia ja cad-kuvista tehtyjä kuvia. Vaikka tekstejä on jo paljon käännetty suomeksi, videoita ja animaatioita ei ole käännetty. Animaatiossa on interaktiivisuutta ja yksinkertaista simulaatiota; esim. suuttimen avautumisen vaiheita voi valita. Myös antureiden signaalien animaatioissa voi muuttaa taajuutta liukukoskettimella. Edistyneempiä simulaatiota kuten esim. kytkentöjen tekemistä ei järjestelmässä ole. [9.]

Fordin omakin itseopiskelumateriaali sisältää välitestejä, joilla opiskelija voi seurata omaa osaamistaan ja samalla varmistetaan, että opiskelija on käynyt aiheen läpi. Ai-

neisto on jaettu aihekokonaisuuksiin, jotka ovat oppimisen kannalta mielekkäitä. Tietomäärä vastaa noin tunnin opiskelua per aihekokonaisuus. Tyypillisesti 8–12 osiota (chapter) on koottu testiin. [9.]

Materiaalin rakenne on puumainen, mutta etenemistä eri osioihin ei ole rajoitettu. Kaikkiin osioihin voi edetä, eikä mekaanikolta edellytetä edeltävää aineistoa läpikäytynä. Suomenkielinen materiaali on suppeampi ja päivitykset harvempia, mutta englanniksi laajuudet ovat hyvät ja aineistot päivitettyjä. Käännetyssä materiaalissa on käänkövirheitä aina jonkin verran, ja se tuottaa joskus haasteita ymmärtämiselle. [9.]

Osaan mekaanikoiden koulutuspäivistä on sisällytetty verkkokurssin tekeminen ennen kurssia. Sen tavoitteena on osaamiserojen tasoittaminen ja aiheen palauttaminen mieleen. Samalla tehdään FordEtis tutuksi mekaanikoille. Osa mekaanikoista hakee järjestelmästä oma-aloitteisesti tietoa, mutta osa ei ole vielä tottunut hyödyntämään järjestelmän suurta tietomäärää. [9.]

#### 4.1.3 Koulutuksessa nyt nähtävät haasteet ja mahdollisuudet

2017 jälkeisiin autoihin voidaan ottaa etäyhteys ja ohjelmoida järjestelmä myös etänä. Tällöin maahantuojan tai tehtaan tekninen tuki voi auttaa esimerkiksi ohjelmointiongelmassa. Osaamisen haasteita mekaanikoille tuottaa erityisesti usean eri laitevalmistajan (Denso, Delhi, Bosch jne.) tekemät samat ohjainlaitteet, koska ne toimivat hieman eri tavoin. Vikadiagnoosia tehdessä tämä aiheuttaa selvitystyötä ja toisinaan myös virheellisiä diagnooseja. Myös uudelleen ohjelmoinnissa ja päivityksissä on valmistajakohtaisia eroja. [9.]

Testerit opastavat sekä testauskytkennöissä että tulkinassa ja niiden käyttö yleensä hallitaan. Vaativat mittaukset esimerkiksi oskilloskoopilla tuottavat kuitenkin vaikeuksia. Haasteellisiksi osoittautuneita aihealueita pyritään koulutuksissa tuomaan esille ja niihin käytetään enemmän aikaa. Kokonaisuuden hahmottaminen on kuitenkin vaikeaa. [9.]

Mekaanikoilla olisi valtava materiaalipankki käytettävissä itsenäiseen verkko-opiskeluun. Valitettavasti vain harva haluaa käyttää omaa aikaa opiskeluun. Työaikana opiskeluun ei myöskään ole yleensä aikaa. Nopeasti kehittyvien järjestelmien opettelu vaatii omaa

uteliaisuutta ja aikaa. Eroja on myös työpaikkojen välillä ja joissain työpaikoissa saa opiskella myös työajalla. Oli sitten kyse oman tai työnantajan ajankäytöstä, vain osa ajattelee osaamisen olevan tärkeää pääomaa.

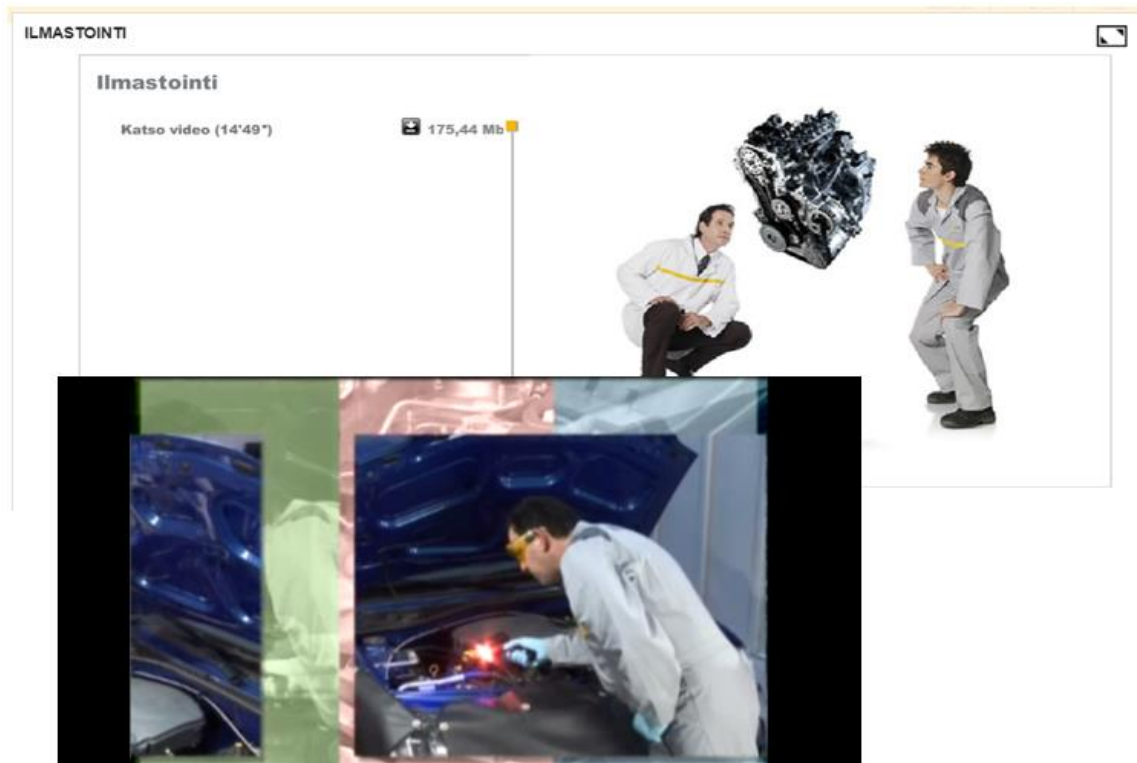
## 4.2 Renault mekaanikkojen koulutus

### 4.2.1 Renault mekaanikkojen koulutus 2000–2010

Renaultin koulutus on ulkoistettu Ammattienedistämislaitossäätiö sr:lle. Haastattelin koulutuksesta vastaavaa kouluttajaa lokakuussa 2018 verkko-koulutuksen kehittymisestä.

Renaultin mekaanikkojen koulutusmateriaalia sähköistettiin 2000-luvulta alkaen. Materiaali muistutti aiempia kirjoja, joskin kuvien ja erityisesti värivalokuvien käyttö lisääntyi. Koulutusmateriaalit olivat pääosin DVD-levyinä, vaikka ensimmäiset internetmanuaalit tulivat 2000-luvun puolivälissä. Itseopiskelua DVD-levyiltä tapahtui vain vähän. [11.]

2010 Koulutusmateriaalien kieli oli englanti ja niitä ei käännetty suomen kielelle. Koulutusmateriaaliin tulivat myös videot (kuva 6) ja niiden käytettävyys itseopiskeluun parani, mutta kieli oli edelleen monelle ongelma. Materiaalin rakenne oli yksinkertainen ja asetelu kuten kirjoissa.



Kuva 6. Video Renault ilmastointikoulutusmateriaalista 2005.

#### 4.2.2 Renault mekaanikkojen koulutus 2010–2018

2010 jälkeen koulutusmateriaalien tarjonta netin kautta parani ja myös nettiyhteyksien nopeuksien paraneminen helpotti verkko-oppimisympäristön käyttöä. Siirtyminen DVD-levyistä verkkoon parantaa aineiston saatavuutta ja päivitykset aineistoon helpottuvat. Ne olivat kuitenkin edelleen kirjamaisia ja koostuivat pääosin kuvista sekä teksteistä (kuva 7). Videoiden resoluutio ja tekninen laatu kuitenkin parani merkittävästi. [11.]

ENERGY DCI 130 ENGINE -

**ENERGY DCI 130 ENGINE**  
**TECHNICAL PRESENTATION**  
 NEW TECHNOLOGIES FOR A MORE ECOLOGICAL  
 AND ECONOMICAL ENGINE


**ENERGY DCI 130 ENGINE**  
**HUOLTO**

ECOLOGICAL AND  
 EFFICIENT  
 > No CO<sub>2</sub> when stationary  
 thanks to STOP & START


---

ENERGY DCI 130 ENGINE -

**THE STOP & START SYSTEM**  
**INTRODUCTION**





**STOP & START?**  
 The answer in pictures!




**STOP & START:**  
 A reliable and  
 comfortable system

**THE STOP & START SYSTEM**  
**AFTER SALES INFORMATION**

**AUTOMATIC STOP**  
 > the vehicle speed is equal  
 to or less than 2 mph (3  
 km/h),  
 > the gearbox is in neutral,  
 > the clutch pedal is released.

**MAINTENANCE**  
 The STOP & START system  
 does not require any  
 servicing or special  
 maintenance. The  
 management of the function  
 is integrated into the  
 Protection and Switching Unit  
 (JPC). Fault finding is carried  
 out using the diagnostic tool  
 with the latest update.



35

Kuva 7. Renault R9M-moottorikurssi, Groupe Renault 2011.

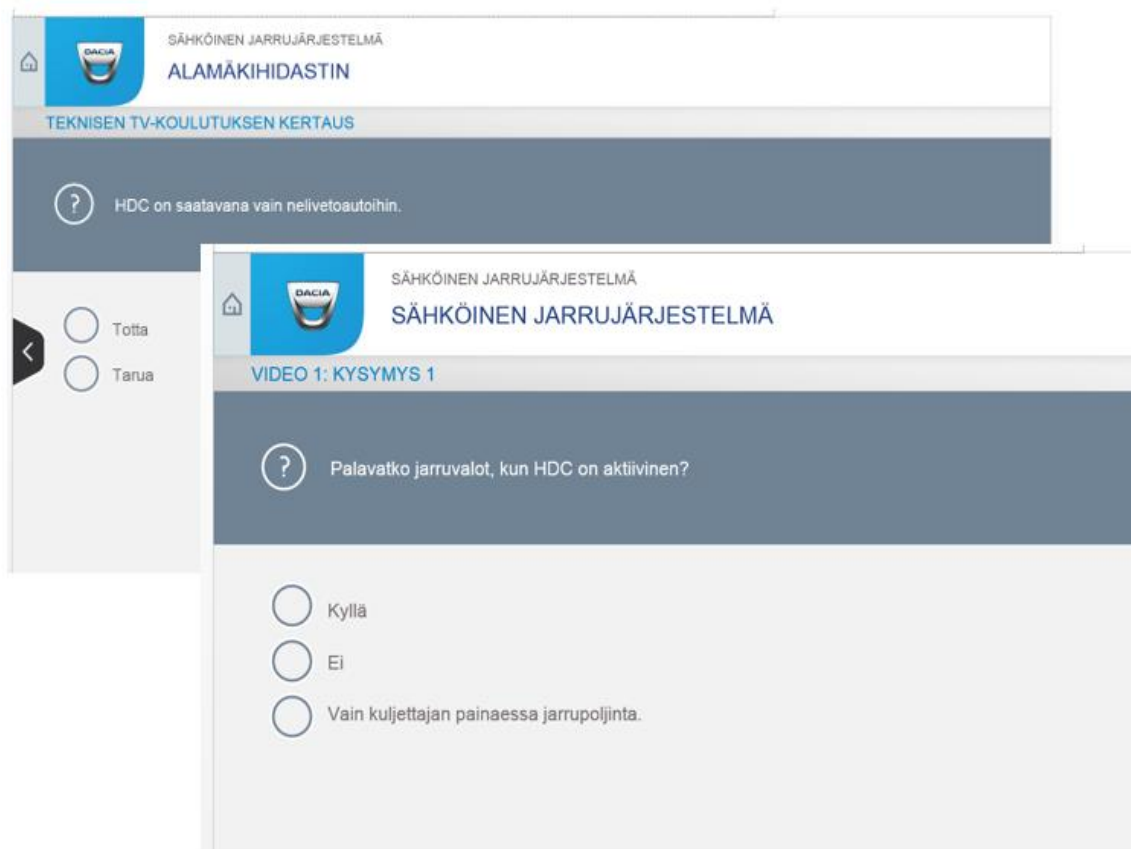
Videoiden ja animaatioiden määrä lisääntyi merkittävästi ja 2014 verkkokurssit sisälsivät pääosin englanninkielisiä videoita (kuva 8).

The image shows a screenshot of the Renault website's technical training interface. At the top, there is a navigation bar with the text 'AJONEUVOT' and several icons. Below this, a main header reads 'NEW RENAULT ESPACE (eng)'. A secondary navigation bar contains icons for 'Tuote-esittely', 'New vehicle preparation', 'Parts & Accessories', 'Maintenance', and 'Mechanical'. The central content area features a video player showing a silver Renault Espace with a play button overlay. Below the video, the text reads 'TUOTE-ESITTELY RENAULT REINVENTS SPACE' and 'MECHANICAL REFER TO THE VARIOUS TECHNICAL TRAINING SUPPORTS.' To the right, a sidebar titled 'Tärkeimmät tukitykalut' lists various technical training supports, including 'GENERAL INFORMATION RENAULT REINVENTS SPACE', 'EXTERIOR PRESENTATION A GENEROUS VEHICLE', 'REFER TO THE VARIOUS TECHNICAL TRAINING SUPPORTS.', 'VEHICLE PRESENTATION', 'DRIVER'S POSITION', 'INTERIOR AMBIENCE LIGHTING', 'GENERAL INFORMATION', 'STRATEGY AND POSITIONING', 'EXTERIOR PRESENTATION', and 'INTERIOR CONFIGURATION: DESIGN'. The Renault logo 'GROUPE RENAULT' is visible in the top right corner.

Kuva 8. Renault Espace video, Groupe Renault 2014.

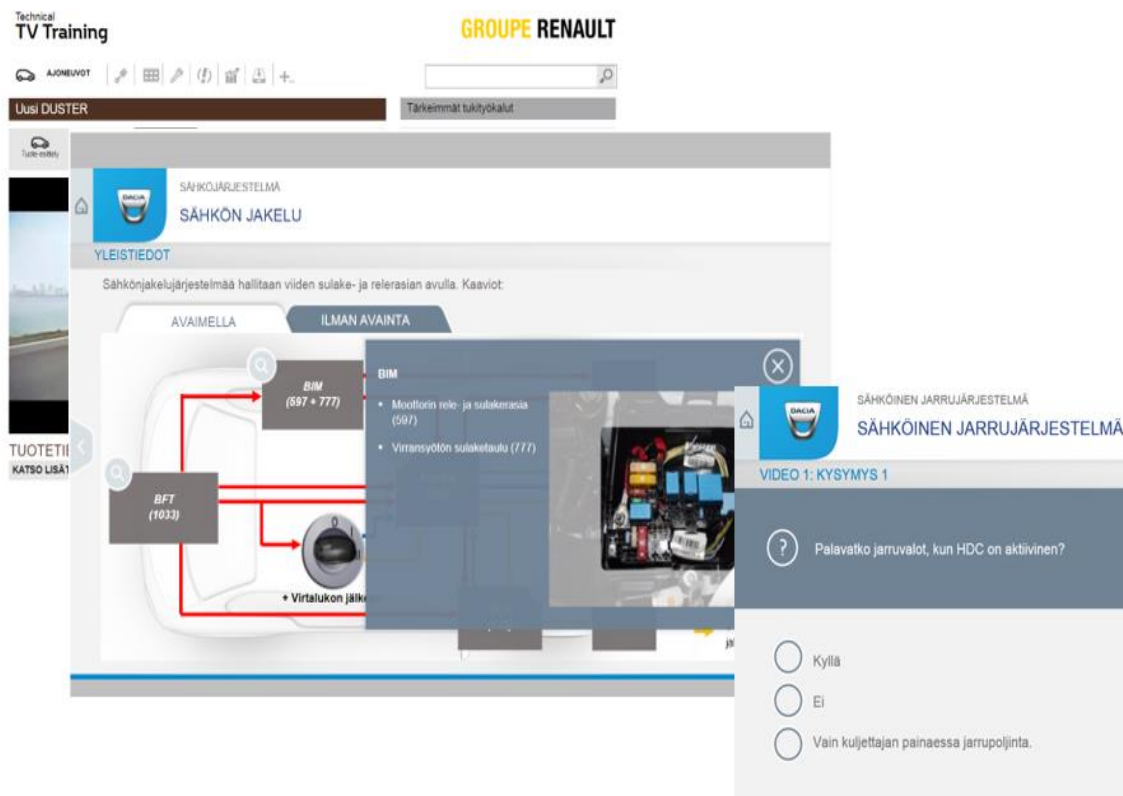


Koulutusmateriaali on nykyisin käännetty myös suomenkielelle ja materiaalissa on suomenkielisiä oppimista tehostavia kysymyksiä koulutusmoduulien yhteydessä (kuva 9).



Kuva 9. Verkkokurssin kysymyksiä, Groupe Renault 2018.

Interaktiivisuus on myös lisääntynyt ja 2018 materiaaleissa voi jo edetä virtuaalisesti koskettamalla komponentteja toimintokaavioissa (kuva 10). [11.]



Kuva 10. Verkkokoulutusmateriaali, jossa voi edetä toiminnoissa virtuaalisesti klikkaamalla komponentteja, Groupe Renault 2018.

## 5 Verkko-opetuksen edut oppimisen kannalta

Tietyt tietokoneavusteisen-opetuksen edut ovat edelleen samat, ajasta ja paikasta riippumattomuus sekä henkilökohtaiset oppimispolut. Näiden lisäksi verkko-oppiminen on tuonut mukanaan myös yhteisöllisen oppimisen ja sen edut sekä haasteet. Yhteisöllisellä oppimisella saadaan useita eri näkökulmia ja kokonaisvaltaisempi käsitys asiasta. Kommunikointitaidot kehittyvät ja varsinkin aikuiskoulutuksessa voidaan hyödyntää koko ryhmän kokemuspohja ja osaaminen. Verkossa käytävässä dialogissa kaikilla mahdollisuus tuoda näkemyksensä ja tietonsa näkyville ja tasavertaisella dialogilla rakennetaan yhteistä käsitystä asiasta [7, s. 20–22].

Diagnostiikan, korjausohjeiden ja simulaation kehittyminen mahdollistaa jo tilanteen, jossa kouluttautumista osajärjestelmiin ja komponentteihin ei tarvitse aina erikseen

tehdä. Oppiminen voidaan yhdistää työn tekemiseen, koska tietokoneen käyttö on osana työprosessia. Auto pitää joka tapauksessa kytkeä tietokoneeseen diagnostiikan tekemiseksi ja korjaustoimenpiteiden kirjaamiseksi. Myös korjausohjeita on noudatettava ja ne on tarkistettava tehtaan sivustolta mahdollisten muutosten varalta. Tällöin tähän kokonaisuuteen on mahdollista yhdistää myös tietokoneavusteinen oppiminen. Oppiminen tapahtuu tällöin juuri oikeasta aiheesta ja oikeaan aikaan. Oppiminen on tehokasta, kun opittua asiaa voi heti toteuttaa käytännössä.

Mitä, erikseen ja perinteisesti kouluttajan johdolla tapahtuvaa, koulutusta sitten jää jäljelle? Kokonaisten laajojen järjestelmien oppiminen on edelleen tärkeää, vaikka itsediagnostiikka ja testerit auttavat vikadiagnoosissa ja korjausohjeissa. Järjestelmäkokonaisuuksien ymmärtäminen edellyttää keskustelua ja kokemuksen vaihtoa. Ryhmässä tapahtuva opetus on siihen toistaiseksi paras vaihtoehto. Koulutus voi silti tapahtua erilaisilla menetelmillä esimerkiksi online-yhteydellä internetin välityksellä. Teknisissä koulutuksissa on tärkeää havainnollistaa asiat myös visuaalisesti, joko oikeilla auton osilla, virtuaalisilla osilla, videoilla tai kuvilla. Ryhmä voi kommunikoida myös verkossa. Jopa keskustelufoorumeissa pystytään toteuttamaan tätä vuorovaikutusta ja tiedon jalostamista yhdessä.

## **6 Verkko-opetuksen haasteet**

Tietotekniikan kaikkea potentiaalia hyödynnetään harvoin. Kouluttajat ja oppilaat eivät tunne tekniikan antamia mahdollisuuksia ja käyttö vaatii perehtymistä. Helpompi on pitääytyä valmiissa ratkaisuissa. [12, s. 21.]

Tampereen Yliopiston, Avoimen yliopiston verkkopohjaisten oppimisympäristöjen oppimiskokemuksiin suuntautuneessa tutkimuksessa havaittiin, että oppimiseen vaikuttaa merkittävästi oppijan itsesääätely. Tässä tutkimuksessa itsesääätelyyn huomioitiin tavoitteellisuus, asioiden priorisointi, itsekuri ja omaehtoinen itsenäinen työskentely. Tutkimuksen mukaan, jos opiskelija ei näissä onnistunut tai ottanut itse vastuuta oppimisestaan, se johti ongelmiin oppimisprosessin hallinnassa. [13, s. 131.]

Verkkokoulutuksen haasteet ovat edelleen siinä, että se toimii hyvin motivoituneille opiskelijoille ja työpaikoille, jotka antavat ajan ja rauhan opiskeluun. Perinteisen lähiopetuksen ajaksi opiskelija irrotetaan työpaikalta, ja kouluttaja pystyy sekä painostamaan ja

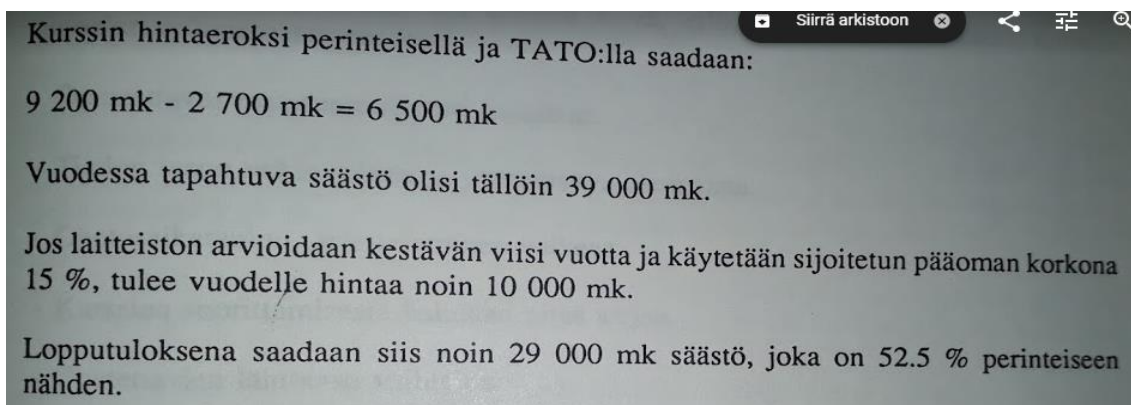
innostamaan aiheen opetteluun. Verkko-opetus edellyttää samanlaista tilannetta, jolloin siihen varataan aikaa ja rauhallinen paikka ilman keskeytyksiä.

Myös kouluttajalta edellytetään opiskelijoiden seuraamista, painostusta ja innostamista aiheen ääreen. Valitettavasti kouluttajille ei useinkaan ole järjestetty tähän mahdollisuutta tai sitä ei ole suunnitelmallisesti otettu osaksi verkko-opetusta.

Oman ja kouluttajien kokemuksen mukaan ryhmässä on lähes aina muutama vastahakoinen ja muutama innostunut opiskelija. Loput ovat keskimääräisesti toimivia ja siirtyvät, joko innostuneiden tai vastahakoisten ryhmään, riippuen kumpi saa isomman ryhmäpaineen aikaiseksi. Lähiopetuksessa kouluttajan on helpompi kontrolloida tilannetta ja ohjata ryhmää enemmän innostuksen suuntaan. Verkko-opiskelussa ryhmäpainetta voi luoda myös erilaisilla menetelmillä. Hyväksi on havaittu pelillisuus ja kilpailullisuus. Tällainen voi olla esimerkiksi oman opiskelun etenemisen näyttäminen visuaalisesti vihreällä ja punaisella värillä. Myös oman menestyksen vertaaminen muiden etenemiseen, saattaa antaa painetta ja kannustusta. Opiskelijan edistymisen seuraaminen aktiivisesti, selkeät tavoitteet ja kannustaminen ovat tärkeitä.

## **7 Verkko-opetuksen kustannukset**

Insinööriyössä 1992 arvioitiin yhden verkkokurssin volyymirajaksi tarvittavan viisi korjaamo, joissa työskentelee kahdeksan asentajaa. Laitteistoinvestointi jaettiin tuossa laskelmassa viidelle vuodelle. Kustannuksiin laskettiin koulutus ja korjaamon menetetty tuotto. Säästöä kustannuksista tulee erityisesti mekaanikon matkustukseen liittyvänä ajansäästönä. Kokonaiskustannuksissa verkko-opetuksen säästöksi arvioitiin tuolloin noin 50 % (kuva 11).



Kuva 11. Insinööriyön 1992 laskelma koulutuksen kuluista [1, s. 32].

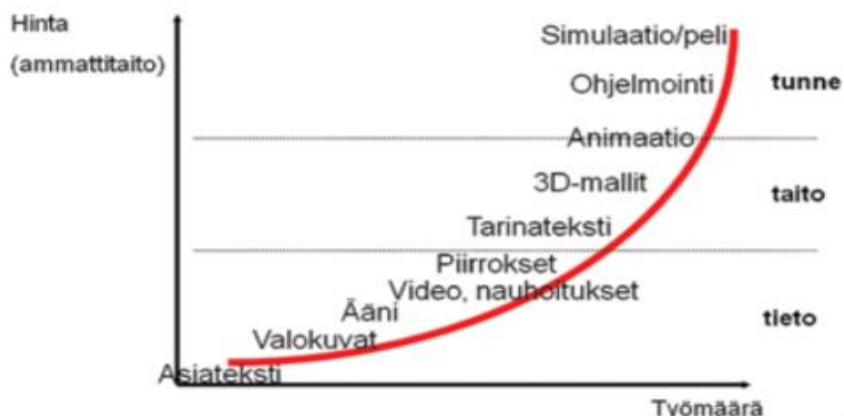
2018 tilanne on osoittautunut hyvin samanlaiseksi. Olemme Ammattienedistämislaitoksen koulutuksia vertaillen havainneet, että säästöä syntyy nykyisinkin noin 50 % ja tämä tulee ajansäästönä. Aikaa säästyy eniten matkustuksesta, mutta myös koulutukseen käytetty aika on lyhyempi. Tämä kuitenkin toteutuu vain silloin, kun opetettava asia soveltuu hyvin verkkokoulutukseen.

Käytäntö on osoittanut, että harva asia voidaan hoitaa pelkästään verkkokoulutuksena. Parhaaseen tulokseen päästään monimuotokoulutuksena. Tällöin yksinkertaiset teoriaosuudet ja aiemman tiedon mieliin palauttaminen tehdään esimerkiksi verkkokurssina. Uuden vaikean teoriaosuuden oppiminen voidaan tehdä esimerkiksi luokkaopetuksena tai online-opetuksena, jolloin opettaja ja oppilaat ovat samaan aikaan etäyhteydellä yhteydessä toisiinsa. Käytännön harjoittelu taas voidaan tehdä useimmiten parhaiten oppilaitoksen harjoitustiloissa.

Laitteistokustannukset ovat halventuneet merkittävästi vuodesta 1992, mutta vastaavasti työkustannukset ovat kasvaneet koska verkko-opetusmateriaalin laatuvaatimukset ovat kasvaneet.

Opetusmateriaalin valmistuksen kustannukset nousevat nopeasti simulaatioiden ja virtuaalisten oppimisympäristöjen rakentamisesta (kuva 12). Tällöin kohderyhmän koko ja kurssin toistattavuus ovat erittäin ratkaisevia taloudelliselle kannattavuudelle.

## Mediatyypeistä ja kustannuksista



Systemityö 2/2009

23

Kuva 12. Kalle Huhtalan artikkeli verkko-opetusmateriaalien kustannuksista, Systemityö julkaisussa [14, s. 23].

## 8 Uudet haasteet autoalan koulutuksissa

### 8.1 Näkymättömät viat ja haastavat vikakoodit

Vielä 80-luvulla autoissa olevat viat olivat näkyviä. Jos jokin oli rikki, niin rikkinäiseltä se myös näytti. Sähköviatkin olivat katkenneita johtoja ja hapettuneita liittimiä. Nykyisissä autoissa on noin 40–100 tietokonetta, jotka on liitetty toisiinsa väylän avulla. Tietokonekoodia on miljoonia rivejä. Anturit ja laitteet toimivat sähköllä ja päällepäin niiden toimintaa tai toimimattomuutta ei näe. Suuri osa vioista onkin nykyisin näkymättömiä.

Vikojen diagnosointi on toisaalta helpottunut, koska järjestelmä valvoo ja diagnosoi itseään. Järjestelmän havaitsemat viat ja tallentamat vikakoodit voidaan helposti lukea testerillä järjestelmästä. Vikakoodien lukemiseen käytetyt tietokoneohjelmat hakevat internetissä olevasta tietokannastaan suoraan vikakoodiin liittyvät vikakuvaukset ja korjausohjeet. Näin silloin kun kaikki toimii odotetusti. Todellisuudessa vikakoodit harhauttavat usein vian etsijää. Todellinen syy on usein eri kuin vikakoodin antama vika. Vikakoodi ei sinänsä ole väärin, vaan kertoo lähinnä, missä kohtaa auton ohjelmistokoodi havaitsee annetuista ennakoarvoista poikkeavan tiedon tai puuttuvan tiedon. Kouluttajan kokemuksen mukaan vian alkuperä, eli juurisyy, jää usein auton omalta järjestelmältä piiloon,

ja diagnostiikan antama vika on korjausohjeineen hyvin houkuttava vaihtoehto mekaanikolle [9].

Autojen vikadiagnostiikka on kehittynyt paljon viime vuosien aikana, mutta antureiden ja laitteiden toiminnan mittaaminen ja vikakoodien pois sulkeminen ovat edelleen mekaanikon tärkeimpiä osaamisaloja [15].

Autojen itsediagnostiikka ja järjestelmien monimutkaiset riippuvuussuhteet ovat tuoneet perinteisen autotekniikan lisäksi vaatimukseksi myös monimutkaisten järjestelmien toiminnan ymmärtämisen.

## 8.2 Laajat kokonaisjärjestelmät haastavia verkko-opetukselle

Tietokoneavusteisessa koulutuksessa on melko helppoa kertoa yksittäisten komponenttien toimintaperiaatteet ja niiden tarkastaminen. Kokonaisen järjestelmän toiminnan kuvaaminen on animaatioilla kohtalaisen helppoa, joskin vaatii paljon työtä hyvälaatuisen materiaalin tuottamiseksi. Vikatilanteiden simulointi on kuitenkin vaikeaa, koska siihen saattaa vaikuttaa lähes koko auton järjestelmät sekä mekaaniset komponentit [9]. Usein opetusmateriaali tai simulointi koskeekin vain yhden komponentin toimintaperiaatetta tai korkeintaan yhden osajärjestelmän toimintaa.

## 9 Tietokoneavusteisen opetuksen tulevaisuus

### 9.1 Koko auton järjestelmät tietokoneelle

Renaultilla on tulossa koulutus- ja simulointikäyttöön ohjelma, joka sisältää auton kaikkien tietokoneiden koodin [11]. Se pystyy siis simuloimaan kokonaisen auton järjestelmäkokonaisuuksia. Käytännössä tämä tarkoittaa auton kaikkien osajärjestelmien koodia tallennettuna tietokoneeseen sekä antureiden ja signaalien simulointia. Simulointiohjelma kertoo järjestelmälle esimerkiksi oven olevan auki ja ohjelmat reagoivat siihen aivan kuten aidon auton oven avaamiseen. Järjestelmällä voi myös simuloida erilaisia vikatilanteita, sekä selvittää eri laitteiden vaikutusta toistensa toimintaan.

Järjestelmän käyttäminen pystyisi muuttamaan koulutuksen kokonaan toisenlaiseksi vi-kadiagnoosin osalta. Tällä hetkellä, vikoja joudutaan tekemään todelliseen autoon, ja sitä rajoittaa aina tiukka aikataulu sekä korkeat kustannukset. Mekaaniset korjaukset toki edelleen pitää osata, mutta niiden tekeminen on melko suoraviivaista noudattamalla korjaamokäsikirjan ohjeita. Haasteet liittyvätkin useimmiten järjestelmän logiikan ymmärtämiseen.

Simulointiohjelma kattaa tällä hetkellä vain tiettyjen automallien ja varustetasojen järjestelmät, mutta uusia ohjelmia rakennetaan lisää. Järjestelmä tallentaa mekaanikon tekemät mittaukset ja toimenpiteet. Jälkikäteen voidaan siis tarkistaa, onko hän edennyt loogisesti ja ohjeiden mukaisesti.

Tämä simulointiohjelma on jo käytössä tehtaan koulutuksissa, ja sen myynti alkanee 2019 aikana. Yhtenä yleistymisen esteenä on ainakin sen hinta. Myyntihinnaksi on ilmoitettu niin suuri, että Suomessa volyymit ovat liian pieniä ja maahantuojalle autokohtaiset kustannukset tulisivat liian suuriksi. Vastaavalla rahamäärällä tekee vuoden volyymin tavanomaista koulutusta.

## 9.2 Uudet diagnoosityökalut ja laitteiden lisääntyvä äly

Diagnostiikkaan tulee yhä enemmän asiantuntijuutta vaativia menetelmiä kuten Boschin uuteen testeriin saatava spektrianalysointilaite [9]. Mekaanisia värähtelyitä mittaavalla spektrianalysointilaiteella voi löytää ja tunnistaa esimerkiksi vaikeasti havaittavia laakerivikoja. Menetelmää ovat jo käyttäneet autovalmistajat ja myös autourheilun huipputallit. Sen käyttöä opetetaan myös joissain ammattikorkeakouluissa. Menetelmä on hyvä, mutta analyysin ymmärtäminen on iso haaste mekaniikoille.

Anturien ja käyttölaitteiden äly lisääntyy ja diagnoosit tarkentuvat. Älykkäät anturit lisääntyvät, koska niihin käytettyjen prosessorien hinnat halpenevat koko ajan. Uudet tekniikat ja diagnostiikat tulevat ensin käyttöön kalleimmissa premium-autoissa, mutta yleistyvät nopeasti edullisempiinkin autoihin.

Parhaimmat järjestelmät on jo viety pidemmälle diagnostiikassa. Ne opastavat mekaniikkaa tarkemmin anturien testaamisessa ja kertovat, milloin anturi on vaihdettava ja



milloin ei. Koulutusten yhteydessä on havaittu, että testerit, jotka kuvaavat auton järjestelmän toimintaa visuaalisemmin, ovat helpompia ymmärtää ja hahmottaa kokonaisuuksia [9].

### 9.3 Virtuaaliset järjestelmät yleistyvät

Tällä hetkellä saatavilla olevat tekniikat virtuaalisten 3D-ympäristöjen (VR virtual reality), lisätyn todellisuuden (AR augmented reality) sekä sekoitetun todellisuuden (MR mixed reality) järjestelmät ovat vääjäämättä tulossa autoalankin koulutuksiin. Niitä rajoittavat vielä osittain laitteiden kömpelyys, materiaalin vähyyys sekä materiaalin tuottamisen kalteus. Virtuaalisen materiaalin tuottamisen kustannukset laskevat kuitenkin koko ajan hyvin nopeasti. Useimmiten järjestelmiä käytetään perinteisen opetuksen tukena ja tällöin ne muodostavat lisäkustannuksia. Monessa tapauksessa virtuaalisilla opetusmenetelmillä voitaisiin kuitenkin oppimisen tehostamisen lisäksi säästää tila- ja laitekustannuksissa sekä kouluttajan kustannuksissa. Aivan samoin kuin insinööriyössä 1992 arvioitiin tietokoneavusteisen verkko-oppimisen etuja ja kustannuksia.

Audin ensimmäinen syyskuussa 2018 julkaistu ja 2019 myyntiin tuleva täyssähköauto on samalla edelläkävijä myös virtuaalisten aineistojen ja opetuksen osalta. Auton käyttöä, järjestelmiä ja korjaustöitä voi harjoitella AR- ja MR-laseilla sekä virtuaalilaseilla [15]. Auton järjestelmät havainnollistetaan lisätyllä todellisuudella käyttämällä AR-laseja jotka näyttävät auton tekniikan suoraan oikeaan autoon havainnollistettuna. Audin e-tronin markkinoinnissa ja tekniikan esittelyssä on käytetty jo heti ensiesittelystä asti virtuaalista materiaalia (kuva 13).



Kuva 13. Audi e-tron -julkistus San Francisco, kuva Kari Kaihonen, syyskuu 2018.

Audi e-tronin korjaustöitä, kuten akun oikeaa irrotustapaa voi harjoitella turvallisesti virtuaalisessa ympäristössä ja virtuaalisilla työkaluilla.

Renault Trucks on myös ottanut virtuaalilasit käyttöön tehtaan teknisissä koulutuksissa sekä tehtaan laatutarkastuksissa ja hyödyntää MR (mixed reality) tekniikkaa (kuva 14) [16].

- “ Unlike augmented reality, which displays information on top of reality, both laid flat and on screens, mixed reality can add virtual objects into a real environment in the form of holograms, with which users can interact.”



This month, Renault Trucks will be starting a new engine quality control process using mixed reality – image courtesy of Renault Trucks.

Posted on 8 Jan 2018 by Marc Hauschild

Kuva 14. Renault Trucks –laadutarkastus, joka hyödyntää sekoitettua todellisuutta, The Manufacturer tammikuu 2018 [16].

#### 9.4 Etäyhteydet auton järjestelmään ja telematiikka

Etäyhteyden muodostaminen auton järjestelmään on useimmilla valmistajien laitteilla mahdollista. Tätä käytetään lähinnä korjaamoilla vaikeiden vikadiagnoosien tekemiseen. Maahantuojan tekninen tuki tai jopa autotehtaan asiantuntija voi muodostaa etäyhteyden autoon [9]. Useissa uusissa autoissa on myös langaton etäyhteys GSM verkon kautta. Vikadiagnoosi on mahdollista tehdä myös tämän etäyhteyden avulla tiellä liikkuvalla tai matkalle jääneelle autolle. Suurin osa järjestelmistä on edelleen vain vikakoodien lukemiseen, koska tietoturvasyistä moni valmistaja välttää auton ohjelmointia ja parametroida etäyhteydellä. Se on kuitenkin tulossa yhä useammalle autovalmistajalle käyttöön.

Audi on ottanut Amerikassa koekäyttöön etäyhteydellä tapahtuvan teknisen tuen Audi Robotic Telepresence ART system- järjestelmällä (kuva 15). Järjestelmä koostuu etäoh-

jattavasta etäyhteysrobotista, kamera- ja videoyhteydestä sekä auton järjestelmään kytkettävästä etäyhteydestä. Mekaanikko voi järjestelmän kautta saada diagnostiikkaan apua asiantuntijalta esimerkiksi maahantuojan tekniseltä tuelta.



Kuva 15. VGo:n Audille tekemä etäyhteysrobotti [17].

Samaa yhteyttä voidaan hyödyntää samalla myös yhteydenottoihin asiakkaan suuntaan. Videoyhteydellä voidaan tilanne ja mahdolliset lisätyöt kertoa ja perustella asiakkaalle. Järjestelmä mahdollistaa myös usean yhteyden ja mekaanikko, tekninen tuki ja asiakas voivat kaikki keskustella tarvittaessa yhdessä videoneuvottelujärjestelmän kautta. [17.]

## 9.5 BIG data

Auton laitteissa ja antureissa olevat älykkäät laitteet sisältävät pienen tietokoneen ja niiden kytkeminen yhteen väylän avulla teki mahdolliseksi niiden kaikkien toimintojen ohjaamisen tietokoneella. Samalla voidaan kerätä tietoa kaikista näistä toiminnoista. Tieto laitteiden toiminnoista taas mahdollistaa edistyneen automaattisen vikadiagnoosin. OBD (On Board Diagnostic) -pistoke on pakollinen autoissa- ja sen kautta voidaan tutkia järjestelmän toimintaa ja mahdollisia vikoja. Autot myös keräävät muistiin yhä enemmän

tietoa käytön ajalta- ja tämä tieto on ollut suureksi osaksi purettavissa vain autotehtaan laitteilla. Nyt tilanne on muuttumassa, kun autojen verkottuminen on nopeasti yleistymässä. Tieto voidaan jo monista autoista kerätä etäyhteydellä. [18.]

Tulossa oleva 5G-verkko mahdollistaa jatkuvan tiedon keräämisen autoista ajon aikana. Autoista kertyy valtavia määriä dataa. Valmistajan järjestelmillä tehdyt vikadiagnoosit ja ohjelmiin tallentuvat osien vaihdot kertyvät valmistajan tietokantaan. Autot keräävät myös käytönaikaista tietoa ajotavasta, sijainnista ja keliolosuhteista, joka välitetään valmistajan tietokantaan.

Suuret datamäärät tuovat uusia mahdollisuuksia autojen toiminnan ja vikatilanteiden analysointiin. Samalla se tuo uusia haasteita datamäärien käsittelyyn ja tiedon hyödyntämiseen autojen diagnostiikassa ja korjauksessa. Mekaanikoiden rooli tai osaamistarpeet muuttuvat tilanteen mukana paljon.

Mikäli autoista kerättävä data olisi tarpeen mukaan tilastollisesti analysoitavissa, useimmat viat olisivat pääteltävissä tilastollisten todennäköisyyksien mukaan ja jopa ennakoitavissa. Kerätyn datan omistajuudesta ja sen jakamisesta kiistellään [18].

## 9.6 Tekoäly

### 9.6.1 Datan automaattinen käsittely

Vaikka datan saisikin käyttöönsä, suuren datamäärän analysointi auto- ja ongelmakohtaisesti on kuitenkin liian työlästä toteuttaa ihmisvoimin.

Seuraavat mullistukset voivatkin olla tekoälyn mukanaan tuomia. Tekoäly voisi antaa mahdollisuuden analysoida suuria määriä dataa auto- tai ongelmakohtaisesti. Aiempaan vikadiagnosointiin voisi siis vielä lisätä auton käyttöön ja niiden vikatilastoihin perustuvan analyysin, jonka avulla voitaisiin nopeasti ehdottaa todennäköisiä vikakohteita ja korjausmenetelmiä.

Tilastolliset menetelmät analysoinnin takana eivät tarvitse olla mekaanikoiden tiedossa, mutta niiden antamien tulosten tulkinta on yhtä lailla haasteellista kuin nykyisten järjestelmien antamien vikadiagnoosien tulkitseminen. Diagnoosimekaanikoiden opetukseen

olisi lisättävä oma osuus myös tilastollisten diagnoosien tulkinnalle. Teollisuudessa vastaavia analyysejä jo tehdään ja niihin erikoistuneet henkilöt tuottavat informaatiota ja käynnistävät toimenpiteitä.

#### 9.6.2 Automaattinen käännös ja tulkkaus

Toinen tekoälyn mukanaan tuoma mahdollisuus ovat nopeasti kehittyvät kielenkäännös ohjelmat. Koulutusmateriaalia on vielä nykyisinkin tehty lähes kouluttajakohtaisesti. Suomi on kielialueena pieni ja monipuolisen koulutusmateriaalin tekeminen on aikaakulttavaa. Eritoten simulaatioiden sekä virtuaalisten oppimisympäristöjen tekeminen on hyvin työlästä. Käännös- ja tulkkausohjelmat poistaisivat kielialueiden aiheuttaman rajoitteen. Käännös ja tulkkausohjelmat ovat kehittyneet nopeasti viime vuosina ja niiden odotetaan kykenevän reaaliaikaiseen kääntämiseen sekä tulkkaukseen lähivuosina. Tosin kielten välillä on suuria eroja. [19, s. 46.]

#### 9.7 Globaalit kouluttajat

Tällä hetkellä autoalan koulutukset ovat paikallisten toimijoiden hallussa. Vaikka sähköiset koulutusmateriaalit olisivat autovalmistajan tekemiä, niin ne lähes aina lokalisoidaan. Koulutuksia tehdään perinteisesti ja tällöin tarvitaan myös paikallinen kouluttaja. globaalisti. Tilanne saattaa kuitenkin osittain muuttua. Automaattinen tulkkaus ja kielenkääntäminen voi ratkaista kieleen liittyvät ongelmat. Myös yhä paremmat virtuaaliset järjestelmät tuovat verkossa tapahtuvat oppimisen lähemmäs perinteisen opetuksen kokemusta.

Jo tällä hetkellä on globaalisti verkossa tarjolla autotekniikan opetusohjelmia, jotka on toteutettu pääosin videoina ja animaatioina. Oppimistakin seurataan monivalintatehtävillä ja kurssin päätteeksi saavat loppukokeen läpäisseet todistuksen. Esimerkkinä tällaisesta on myvirtualacademy.com (kuva 16), johon kirjauduin elokuussa ja sain kuukauden ilmaisen jakson sen kurssitarjontaan [20]. Suoritin usean eri aihealueen kurssin ja koulutukset on tuotettu laadukkaasti, vaikkakin kustannuksia säästään.



Kuva 16. Ilmainen koejakso verkkokurssiin, [www.ourvirtualacademy.com](http://www.ourvirtualacademy.com) [20].

Kurssit on toteutettu videota ja animaatiota yhdistäen. Kukin jakso ja video on kestoaltaan vain noin 5–15 min. Jakso on usein katkaistu myös välikysymyksillä mielenkiinnon ylläpitämiseksi ja oppimisen tehostamiseksi. Omaa edistymistä ja käytyjä kursseja voi seurata oman opiskelun hallintasivulta. Samalta sivulta voi myös tulostaa todistukset läpikäytyistä kursseista.

Yhä kehittyneemmät käännös- ja tulkkausohjelmat poistavat globaaleilta toimijoilta kielialueiden aiheuttamia esteitä ja mahdollistavat levittäytymisen jopa Suomenkin pienelle kielialueelle.

## 9.8 Automerkkien välinen koulutusyhteistyö

Autovalmistajat yhdistävät voimiaan autojen suunnittelussa sekä valmistuksessa. On vain ajan kysymys, milloin ne yhdistävät voimiaan myös koulutuksen puolella. Koulutusten yhdistämisellä saavutettaisiin kustannussäästöjä koska moottoritekniikka, ohjausjärjestelmät ja koritekniikka voivat olla hyvinkin samanlaisia eri merkkien välillä. Merkkien

välinen kilpailu, imagomarkkinointi ja erilliset organisaatiot ovat pitäneet koulutukset erillisinä, mutta ensimmäisiä uutisia koulutuskeskusten yhdistämisestä on jo nähty.

Yhteistyöstä tuore esimerkki on 2018 avattu Renault-Nissan-Mitsubishi koulutuskeskus Filippiineillä (kuva 17). Autoja yhdistää sama tekniikka, joten kouluttajien kannalta on helpompi yhdistää osaaminen ja samalla koulutusvolyymit ovat suuremmat. Tämä mahdollistaa suuremmat volyymit ja sitä kautta myös enemmän resursseja koulutusten sekä oppimisympäristöjen rakentamiseen. [21.]

- The Renault-Nissan-Mitsubishi alliance officially opened July 3 2018 a joint staff training center in the Philippines, as the automotive alliance works together more closely to enhance service to customers.
- The two-story center in Laguna will instruct up to 200 Nissan and Mitsubishi Motors trainees a day on providing more efficient and value-added service to customers not only in showrooms but also in repair centers.



Kuva 17. Uutinen Renault-Nissan-Mitsubishi koulutuskeskuksen avaamisesta Filippiineillä, Cebu Daily News 12 Aug 2018, [www.pressreader.com](http://www.pressreader.com) [21].



## 10 Yhteenveto

Tein ensimmäisenä insinööriyönäni 1992 automekaanikkojen video-opetusjärjestelmän, jossa tietokoneohjelma ohjasi oppimista, videoita ja kysymyksiä katalysaattoritekniikasta. Tekemäni tietokoneavusteinen video-opetusohjelma perustui kognitiiviseen oppimisteoriaan ja Yrjö Engeströmin täydellisen oppimisen prosessiin. Järjestelmä ei kuitenkaan tullut koskaan käyttöön.

Nykyiset tietokoneavusteiset opetusohjelmat vastaavat oppimisprosessin osalta 1990-luvun opetusohjelmia. Suurimpana erona voidaan pitää internetin yleistymistä. Se on mahdollistanut pääsyn useisiin opetusohjelmiin ja tietopankkeihin sekä yhteydenpidon opettajaan ja toisiin opiskelijoihin. Opetusohjelmat ovat laajentuneet oppimisympäristöiksi, joissa voi vuorovaikuttaa ja oppia ryhmässä. Nykyiset oppimisympäristöt noudattavatkin useimmiten konstruktivistista oppimiskäsitystä, jossa oppijan oma aktiivinen rooli on tärkeää osaamisen rakentamisessa.

Tietokoneavusteinen opetus alkoi hitaasti yleistyä autoalalla 2000-luvulla. Ensin tarjolla oli lähinnä sama koulutusmateriaali CD-levyllä kuin paperillakin, mutta videoiden määrä kasvoi nopeasti 2000–2010. CD-levyjen ongelmana oli niiden tietojen nopea vanheneminen, mutta 2010 jälkeen internetyhteydet mahdollistivat jo opetusohjelmien käytön verkon kautta. Myös pääsy tietokoneelle oli ensin pullonkaulana. Monella korjaamolla oli 2010-luvulle asti vain yksi tietokone korjausohjeiden katseluun ja sitä ei voinut varata opiskeluun. Vasta 2010-luvulla mekaanikoilla on ollut riittävä pääsy tietokoneille.

Mekaanikoiden lähiopetus on edelleen luokkaopetusta, paperikansioita, videoita ja käytännön harjoituksia kuten 1990-luvulla. Lähiopetuksessa käytetään aiempaa enemmän videoita ja tietokoneanimaatioita. Lähiopetusta täydennetään nykyisin tietokoneavusteisella itseopiskelulla. Ennen koulutusta tapahtuva itseopiskelu tasoittaa mekaanikoiden osaamiseroja. Itseopiskelulla voi myös täydentää osaamistaan tarpeen mukaan työn ohessa.

Internet on tuonut saataville valtavan tietomäärän. Kouluttajan näkökulmasta tämä tarkoittaa, että hänen ei tarvitse niinkään opettaa yksityiskohtia, vaan saada oppilaat ymmärtämään kokonaisuuksia. Virtuaaliset oppimisympäristöt ja simuloitujen järjestelmien näyttävät olevan yleistymässä autoalan koulutuksissa. Niiden avulla kokonaisuuksia voidaan hahmottaa paremmin.

Eri mekaanikoiden valmius verkko-opiskeluun on kuitenkin hyvin erilainen. Vaativimpiin vikadiagnoositehtäviin erikoistuneet mekaanikot pystyvät usein käyttämään muita sujuvammin tietokonetta ja verkko-oppimisympäristöä. He ovat usein myös hyvin itseohjautuvia ja tavoitteellisia.

Nykyiset oppimisympäristöt edellyttävät oppijalta itseltään paljon motivaatiota, aktiivisuutta ja itseohjautuvuutta. Toisaalta tietokoneen avustuksella voisi myös tukea henkilöitä, joilla on haasteita opiskella itseohjautuvasti. Uskonkin, että seuraavaksi nähdään enemmän tietokoneavusteista oppilaiden ohjausta. Tekoäly voi mahdollistaa opiskelijoiden väsymättömän ohjaamisen, ja se tasoittaisi eroja opiskelijoiden välillä.

Kaikilta automekaanikoilta edellytetään tulevaisuudessa yhä enemmän osaamista. Tällöin yksilöllinen oppimissuunnitelma, ei tarkoita pelkästään erilaista koulutuksen sisältöä, vaan myös yksilöllistä ohjausta ja oppimista. Tähän on edelleen mahdollista löytää ratkaisu tietokoneavusteisesta oppimisesta.

## Lähteet

- 1 Kaihonen, Kari. 1992. Vuorovaikutteinen video-opetusjärjestelmä autoasentajien täydennyskoulutuksessa. Insinööriyö. Helsingin teknillinen oppilaitos.
- 2 Ollikainen, Ville & Pulkkis, Anneli. 1990. Vuorovaikutteinen video auton asentajien koulutukseen. Teknillinen korkeakoulu, Työpsykologian laboratorio ja Auto- ja työkonetekniikan laboratorio.
- 3 Hawkrigde, David. 1988. Distance education and the World Bank. British Journal of Educational Technology, volyme 19, sivut 84 - 95.
- 4 Lifländer, Veli-Pekka. 1988. Tietokoneavusteisen opetuksen kehittäminen. Tutkimusraportti. Helsingin kauppakorkeakoulu.
- 5 Matikainen, Janne & Manninen, Jyri. 2000. Aikuiskoulutus verkossa. Verkkopohjaisten oppimisympäristöjen teoriaa ja käytäntöä.
- 6 Engeström, Yrjö. 1984. Perustietoa opetuksesta. Helsinki: Painatuskeskus.
- 7 Kuusela, Tuula & Lemmetty, Kaisa. 2007. Verkko-oppimisympäristöjen mahdollisuudet täydennyskoulutuksessa, kehittämishankeraportti. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Ammatillinen opettajakorkeakoulu.
- 8 Ford Sierra Service & Repair Manual. 1990. Haynes Workshop Manual.
- 9 Leinonen, Tapani. 2018. Kouluttaja, Työtehoseura ry. Haastattelu 22.10.2018.
- 10 Eriksson, Tomi. 2016. Ford-koulutusohjelman uudistaminen. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 11 Piitulainen, Tommi. 2018. Kouluttaja, Ammattienedistämislaitossäätiö AEL sr. Haastattelu 28.6.2018.

- 12 Salminen, Leena & Suhonen, Riitta. 2008. Oppiminen ja oppimismenetelmät ja niiden hyödyntäminen ammatillisen kehittymisen tukena. Turun yliopisto, hoitotieteen laitos ja Hämeen ammattikorkeakoulu.
- 13 Korhonen, Vesa. 2003. Oppijana verkossa. Väitöskirja. Tampereen yliopiston kasvatustieteellinen tiedekunta.
- 14 Huhtala, Kalle. 2009. eLearning-sisältöjen määrittely ja konseptointi. Systemityö 2/2009. Verkkoaineisto. <<http://www.sytyke.org/lehtiarkisto/kirj/st20092/ST092-22A.pdf>>. Luettu 8.9.2018.
- 15 Hagelberg, Osmo. 2018. Jälkimarkkinointipäällikkö, K Auto Oy. Puhelinhaastattelu 19.10.2018.
- 16 Hauschild, Marc. 8.1.2018. Renault to experiment with VR to control engine quality, The Manufacturer. Verkkoaineisto. Luettu 8.9.2018. < <https://www.themanufacturer.com/articles/renault-to-experiment-with-vr-to-control-engine-quality/>>.
- 17 Audi has rolled out their innovative technical support program – ART (short for Audi Robotic Telepresence). Verkkoaineisto. <<http://www.vgocom.com/audi>>
- 18 Kessler, Sarah. 5.8.2017. The connected car of the future could kill off the local auto repair shop, DATA WARS. Verkkoaineisto. Luettu 8.9.2018. < <https://qz.com/1054261/the-connected-car-of-the-future-could-kill-off-the-local-auto-repair-shop/>>.
- 19 Ailisto, Heikki jne. 2018. Tekoälyn kokonaiskuva ja osaamiskartoitus. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 26/2018, Valtioneuvoston kanslia.
- 20 Our Virtual Academy. Manufacturer Level Technical Training designed specifically for the Independent Aftermarket. 2.8 - 1.9.2018 koejakso / Kaihonen. Verkkoaineisto. <[www.ourvirtualacademy.com](http://www.ourvirtualacademy.com)>.
- 21 Renault, Nissan, Mitsubishi Alliance member companies open joint training center in Philippines.12.8.2018. CeBu Daily News. Verkkoaineisto. Luettu 9.9.2018. <

<https://www.pressreader.com/philippines/cebu-daily-news/20180812/282213716653372>>.