

Petri Pikkutupa

Ajoneuvotekniikan osajärjestelmien opetus

Opinnäytetyö

Kevät 2017

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Auto- ja työkonetekniikka

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Petri Pikkutupa

Työn nimi: Ajoneuvotekniikan osajärjestelmien opetus

Ohjaaja: Hannu Ylinen

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 47

Liitteiden lukumäärä: 2

Opinnäytetyön taustalla on Koulutuskeskus Sedun autoalan Törnäväntien toimipisteen syksyllä 2015 hankkima opetusajoneuvo, jonka opetusmateriaali kaipasi täydennystä. Ajoneuvon tekniikka pitää sisällään hybridijärjestelmän ja aktiivisia turvalaitteita. Kyseisen tekniikan tunteminen on hyödyllistä ajoneuvoasentajille sekä asiakaspalvelussa työskenteleville henkilöille työskentelyn laadun varmistamiseksi.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa opetusmateriaalia, joka liittyy tilaajan aiemmin hankkimaan opetusajoneuvoon. Raportissa perehdytään opetuksen pedagogisiin seikkoihin sekä oppimiseen ja hyvän opetusmateriaalin tuottamiseen. Lisäksi tarkastellaan opetussuunnitelmaa, hybridiajoneuvo-opetuksen tarpeellisuutta sekä esitellään perusteita erilaisista autotekniikan hybridiratkaisuista. Työssä käydään läpi kohdeajoneuvon hybriditekniikkaa ja komponentteja sekä perusteita ajoa avustavista järjestelmistä.

Työn tuloksena valmistui luento-opetusta tukevia diaesityksiä sekä toiminnallisen harjoittelun harjoitustehtäviä. Diaesityksiä ja harjoitustehtäviä tuotettaessa huomiointiin teoriaosuudessa esiin tuotuja asioita. Tämä raportti toimii myös osana opettajan tukimateriaalia.

Avainsanat: opetus, oppiminen, pedagogiikka, oppimiskäsitys, oppimistyyli, opetusmateriaali, autotekniikka

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Petri Pikkutupa

Title of thesis: Teaching the subsystems in vehicle engineering

Supervisor: Hannu Ylinen

Year: 2017

Number of pages: 47

Number of appendices: 2

The thesis was made for Vocational Education Centre Sedu and its Törnäväntie automotive department. The thesis focused on pedagogy, learning, production of teaching material and automotive technology.

The background for the thesis was the education vehicle at Sedu, the teaching material of which needed updating. Nowadays the hybrid and safety systems in cars are complicated and require more and more professional skills from car mechanics and customer service persons.

The purpose of the thesis was to produce teaching material and tasks in connection with the vehicle. In the production of the material attention was paid to topics taught in the theory part. The result of the thesis was a material package for theory and practical exercises.

Keywords: teaching, learning, pedagogics, teaching material, automotive technology

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO.....	7
1.1 Työn tausta ja tavoitteet.....	7
1.2 Tilaajan ja koulutuksen esittely.....	7
2 OPETUKSEN TEORIATAUSTA.....	9
2.1 Ammatillisen opetuksen lainsäädäntö.....	9
2.2 Pedagogiikka ja didaktiikka.....	9
2.2.1 Oppimisenäkemykset.....	10
2.2.2 Oppimistyyli.....	13
2.2.3 Opetuksen muoto.....	15
2.3 Opetussuunnitelma.....	21
2.4 Ajoneuvokannan tarkastelu.....	22
3 AJONEUVOTEKNIikka.....	24
3.1 Hybridi- ja sähköajoneuvotekniikka.....	24
3.2 Hybridiajoneuvojen sähkötyöturvallisuus.....	28
3.2.1 Säädös ajoneuvon rakenteesta.....	28
3.2.2 Säädös työturvallisuudesta.....	29
3.3 Opetusajoneuvo.....	31
3.3.1 Kuljettajaa avustavat järjestelmät.....	33
3.3.2 Törmäyksen ennakoiva turvallisuusjärjestelmä.....	35
3.3.3 Kaistanvaihtohälytinsjärjestelmä.....	36
3.3.4 Liikennemerkkien tunnistusjärjestelmä.....	37
3.3.5 Kaukovaloautomaattijärjestelmä.....	38
4 OPETUSMATERIAALIN TUOTTAMINEN.....	40
4.1 Luento-opetus.....	40
4.2 Toiminnallinen harjoittelu.....	41

5 YHTEENVETO.....	43
LÄHTEET.....	44
LIITTEET.....	47

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. PCS-järjestelmän tunnistin. (Martansaari 2017.)	34
Kuva 2. Lasertunnistimen kanavat. (Martansaari 2017.).....	35
Kuvio 1. Ärsyttävimmät seikat diaesityksessä. (Paradi, [viitattu 7.3.2017].).....	18
Kuvio 2. Henkilöautojen ensirekisteröinnit käyttövoiman mukaan tammi-kesäkuu 2015 ja 2016. (Trafi 2016.).....	22
Kuvio 3. Vaihtoehtoiset käyttövoimat 2010-2016. (Trafi 2017.).....	23
Kuvio 4. Sarjahybridi. (Toyota-Tech 2016.).....	26
Kuvio 5. Rinnakkaishybridi. (Toyota-Tech 2016.).....	27
Kuvio 6. Sarja-rinnakkaishybridi. (Toyota-Tech 2016.)	28
Kuvio 7. LDA-merkkivalo ja katkaisija. (Martansaari 2017.)	37
Kuvio 8. Ylinopeuden varoitus ja rajoitusalue. (Martansaari 2017.)	38
Taulukko 1. Sarjahybridin komponentit kuviossa 4.	26
Taulukko 2. Rinnakkaishybridin komponentit kuviossa 5.	27
Taulukko 3. Sarja-rinnakkaishybridin komponentit kuviossa 6.	28

Käytetyt termit ja lyhenteet

AEB	Autonomous Emergency Braking, automaattinen hätäjarrutus
AHB	Automatic High Beam, kaukovaloautomaatiikkajärjestelmä
ECU	Engine Control Unit, moottorin ohjausyksikkö, tässä raportissa ohjausyksikkö.
FCW	Forward Collision Warning, ennakoidun törmäyksen varoitus
GHz	Gigahertsi, 10^9 Hz
Hz	Hersi, taajuuden yksikkö
LDA	Lane Departure Alert, kaistanvaihtohälytinjärjestelmä
LED	Light-Emitting Diode, valoa säteilevä diodi
nm	Nanometri, 10^{-9} metriä
Osp	Osaamispiste
PBA	Pre-Crash Brake Assist, jarrutusvoimaa tehostava järjestelmä
PCS	Pre-Crash Safety System tai Pre-Collision System, törmäyksen ennakoiva turvallisuusjärjestelmä
RSA	Road Sign Assist, liikennemerkkien tunnistusjärjestelmä
Trafi	Liikenteen turvallisuusvirasto
Tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Tässä opinnäytetyössä perehdytään pedagogiikan ja oppimisen seikkoihin, joita tulee huomioida oppimateriaalia tuottaessa ja sitä käytettäessä opetuksessa, sekä uusien ajoneuvotekniikoiden opetuksen tarpeellisuuteen. Työn taustalla on tilaajan syksyllä 2015 hankkima opetusajoneuvo, johon liittyvä opetusmateriaali kaipasi täydennystä. Ajoneuvo edustaa hybriditekniikkaa ja edistyneitä aktiivisia turvajärjestelmiä. Opinnäytetyössä esitellään sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikkaa yleisellä tasolla sekä lyhyesti kohdeajoneuvon hybriditekniikka, sen tietyt turvajärjestelmät ja sähkö- ja hybridiajoneuvojen opetuskäyttöön liittyvät työturvallisuuden säädökset.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa opetusmateriaalia ja suunnitella harjoitustehtäviä kohdeajoneuvon tekniikkaan liittyen. Materiaalin on tarkoitus käsittää perusteita hybriditekniikasta ja sen työturvallisuudesta sekä tietyistä ajoavustavista järjestelmistä. Järjestelmien toimintaan ja komponentteihin paneudutaan huomioiden toisen asteen koulutuksen opetussuunnitelma ja vaatimustaso. Opetusmateriaalin teossa pyritään hyödyntämään esiteltyjä pedagogisia seikkoja, täten pitäen opiskelu ja materiaali selkeänä ja mielekkäänä kaikille toisen asteen ajoneuvoasentajaopiskelijoille.

1.2 Tilaajan ja koulutuksen esittely

Työn tilaaja on Koulutuskeskus Sedun autoalan Seinäjoen toimipiste. Koulutuskeskus Sedu toimii Seinäjoen lisäksi Ilmajoella, Jurvassa, Kauhajoella, Kurikassa, Lappajärvellä, Lapualla ja Ähtärissä. Koulutuskeskus Sedu on yksi oppilaitos, jonka muodostavat kahdeksan yksikköä, jotka koostuvat 14 opetuspisteestä. Sedun opiskelijamäärä on yli 4000 opiskelijaa ja henkilöstön määrä yli 400, joista opettajia on yli 300. (Koulutuskeskus Sedu 2015a.)

Autoalan perustutkinnon koulutusta tarjotaan Seinäjoella, Lapualla sekä Ähtärissä. Autoalan opiskelijat suuntautuvat opiskelun alkuvaiheessa joko henkilöautoasentajiksi, hyötyajoneuvoasentajiksi tai henkilöauto- ja pienkoneasentajiksi. (Koulutuskeskus Sedu 2015b.) Ammatillisena peruskoulutuksena suoritettava perustutkinto muodostuu ammatillisista tutkinnon osista (135 osp), yhteisistä tutkinnon osista (35 osp) ja vapaasti valittavista tutkinnon osista (10 osp). Ammatillisen perustutkinnon laajuus on 180 osaamispistettä. (M 39/011/2014.)

2 OPETUKSEN TEORIATAUSTA

2.1 Ammatillisen opetuksen lainsäädäntö

Ammatillisesta peruskoulutuksesta annetun lain 630/1998 (muutos 787/2014) mukaan Opetushallitus määrää perustutkinnon perusteissa tutkintonimikkeet, tutkinnon muodostumisen, tutkintoon sisältyvät tutkinnon osat sekä tutkinnon osien ammattitaitovaatimukset tai osaamistavoitteet ja osaamisen arvioinnin. (M 39/011/2014, 1.)

Laki määrittelee perustutkinnon suorittaneen henkilön osaamisen seuraavalla tavalla:

Ammatillisen perustutkinnon suorittaneella on laaja-alaiset ammatilliset perusvalmiudet alan eri tehtäviin sekä erikoistuneempi osaaminen ja työelämän edellyttämä ammattitaito vähintään yhdellä osa-alueella (L 21.8.1998/630, luku 1, 4§).

2.2 Pedagogiikka ja didaktiikka

Pedagogiikka on vanha, ajan kuluessa muuttunut käsite, joka sisältää monia merkityksiä. Suomessa sitä on käytetty viidessä merkityksessä: synonyymisesti kasvatustieteen kanssa, kasvatustieteen tai kasvatustieteen kanssa, kuvaamaan kasvatustieteen opetusta ja tutkimusta, suppeammin tarkoittamaan opetus- ja kasvatustaitoa sekä eräitä kasvatuksellisia suuntauksia. Viime aikoina pedagogiikkaa on alettu käyttää myös didaktiikan sijasta, koska didaktiikalla on maailmalla rajoittunut ja osin myös kielteinen sanan perusmerkitykseen liittyvä assosiativinen sivumerkitys. (Hellström 2008, 295.)

Didaktiikalla tarkoitetaan opetusta tarkastelevaa tiedettä ja toisaalta käytännöllistä oppia. Didaktiikka on keskeinen kasvatustieteen osa-alue Suomessa. Se etsii vastuksia kysymykseen: ”Millaista on hyvä opetus?”. Jos kysymykseen tiedetään vastaus, tiedetään myös, millaisia opettajia pitää kouluttaa. Perustana on uskomus siitä, että hyvä opetus johtaa oppimiseen. Tutkimuskohteena didaktiikassa on siis opetus, eikä vain opettaminen tai oppiminen. Didaktiikka on paitsi tutkimusta,

myös yksittäisten henkilöiden oppeja hyvän opetuksen salaisuudesta. Se on oppijärjestelmä, joka antaa ohjeita parhaasta tavasta saavuttaa opetussuunnitelmassa asetetut tavoitteet. Didaktikat jaetaan joskus pehmeisiin ja koviin. Pehmeässä didaktiikassa oppilasta houkutellaan oppimaan haluttuja asioita ja opetusta käsitellään oikeutena. Oppimisvoima pyritään siis vapauttamaan myönteisin keinoin. Kovassa didaktiikassa yhteiskunnan tarpeita korostetaan ja opetus ymmärretään myös velvollisuudeksi. Oppilaille ja hänen vanhemmilleen tehdään selväksi heidän oma vastuunsa oppimisesta. (Hellström 2008, 30-31.)

Suomalainen kansallinen didaktiikkamme on teoreettisesti ja empiirisesti yhdistetty näkemys saksalaista henkityeellistä traditiota ja anglosaksista empiirisyyss-analyyttistä ajattelua. Didaktiikassa on aina pyritty seuraamaan uusimpia oppimispsykologisia teorioita. Nykyajan didaktiikassa on otettu huomioon vallitseva konstrukttiivinen oppimisnäkemys. Anglosaksinen tiedemaailma vierastaa didaktiikan käsitteitä, jonka seurauksena siitä ollaan luopumassa Suomessakin. Eräissä yliopistoissa se onkin korvattu opetuksen ja oppimisen tutkimuksella. (Hellström 2008, 30-31.)

Pedagogiikka ei ole terminä yhtä ongelmallinen kuin didaktiikka, mutta sekin aiheuttaa sekaannusta, koska sama käsite viittaa sekä tieteeseen että oppiin. Sen voisi määrittellä tarkoittamaan tapaa, jolla opetus järjestetään ja kyseisen tavan näkemyksellisiä perusteita. Makrotasolla pedagogiikka tarkoittaisi valtion ja kuntien koulutusjärjestelmäratkaisuja ja koulutuspoliittisia perusteluita. Mesotasolla, eli koulun tasolla, pedagogiikka viittaisi koulun tapaan järjestää opetusta ja sille opetussuunnitelmassa esitettyihin syihin. Mikrotasolla se kuvaisi opettajan tapa järjestää opetusta ja hänen ratkaisujensa perusteeksi esittämänsä oppimisnäkemystä. (Hellström 2008, 295-296.)

2.2.1 Oppimisnäkemykset

Oppiminen on meille hyvin tuttua ja jokapäiväistä toimintaa, siksi sen yksiselitteinen selittäminen ja kuvaaminen on vaikeaa. Pyrkimys selittää oppimista onkin synnyttänyt erilaisia oppimisteorioita ja -näkemymiä, jotka tarkastelevat ja määrittävät oppimista eri tavoilla. (Kurki ym. 1996.) Termejä oppimisteoria, oppimisnä-

kemys ja oppimiskäsitys käytetään sekaisin lähteestä riippuen, tässä raportissa käytetään jatkossa termiä oppimisenäkemys.

Oppimisenäkemyksellä siis tarkoitetaan selitystä tai henkilökohtaista teoriaa siitä, mitä oppiminen on ja millaisia periaatteita siihen sisältyy koskien tiedon luonnetta, teorian ja käytännön suhdetta sekä oppijan ja opettajan roolia oppimisprosessissa. Erilaiset oppimisenäkemykset kuuluvat opettajan tietovarantoon. (Kettunen ym. 2006b.) Yleisimmin esillä olevat oppimisenäkemykset ovat behaviorismi, kognitivismi, konstruktivismi sekä humanistinen oppimisenäkemys. Esillä ovat lisäksi myös kriittinen, situationaalinen ja kokemuksellinen näkemys. (Saunamäki 2011, 20.) Seuraavaksi paneudutaan tarkemmin yleisimpiin oppimisenäkemysiin.

Behavioristisen näkemyksen mukaan oppiminen merkitsee tietojen ja taitojen siirtämistä muuttumattomina opettajalta oppilaalle. Oppiminen etenee yksinkertaisesta monimutkaiseen, osista kokonaisuuteen ja havainnoista määritelmiin. Opettaja kontrolloi kaikkea oppimista. Behaviorismille tyypillistä on ajattelutapa ihmisen pyrkimyksistä palkittavalla käyttäytymisellä välttää rangaistus. (Kurki ym. 1996.) Behavioristisessa oppimisprosessissa opettajan rooli on korostettu ja hänen on suunniteltava oppimistapahtuma tarkasti etukäteen. Oppija, jonka oma tahto, tavoitteet ja toiminnalliset valinnat jäävät toteutumatta, toimii passiivisena tiedon vastaanottajana. Opiskelu on suorituspainotteista ja arviointi kohdistetaan ulkoisen käyttäytymisen muutoksiin. Arviointi korostaa irrallisten faktatietojen muistamista, jonka takia behaviorismiin kuuluu vahvasti myös ulkoa opettelu. Tässä näkemyksessä siis kvantitatiiviset eli määrälliset piirteet korostuvat. (Kettunen ym. 2006b.) Behaviorismia on kritisoitu siitä, että tarkkailun kohteeksi tulevat vain oppimisen irtonaiset osat sen suuntautuessa näkyvän käyttäytymisen havainnointiin (Kurki ym. 1996).

Kognitiivisessa oppimisenäkemyksessä huomio kiinnittyy oppimisen kvalitatiivisiin eli laadullisiin tekijöihin sekä oppijan mielen sisäisiin prosesseihin ja tiedon muodostumiseen. Oppimisen halutaan olevan aktiivista ja tavoitteellista toimintaa, jossa oppija toimii itsenäisesti ajattelijana ja tiedon hakijana. Oppija konstruoi tiedon itse reflektoidulla omalla ajattelullaan ja toimintaansa. Kognitiiviselle oppimiselle on ominaista skeeman muodostus. (Kettunen ym. 2006a.) Skeemat ovat jäsenyneitä tietorakenteita tai toimintamalleja. Hyvin rakennettu representaatio muodostaa op-

pijalle muistijäljen tai sisäisen mallin eli skeeman. Ne ovat pohjana uusille havainnoille, jotka puolestaan voivat muokata jo olemassa olevia skeemoja. Kun informaatiota vastaanotetaan ja sitä yhdistellään olemassa oleviin sisäisiin malleihin, syntyy tietorakenteita. (Saariaho, [viitattu 9.2.2017].) Tietorakenteiden myötä kehittyvät valmiudet erilaisiin ongelmanratkaisutilanteisiin, näin ollen opetuksen tärkein tavoite ole yksinomaan informaation lisääminen opeteltavasta aiheesta tai opitun taidon toistaminen. Kognitiivisen oppimisen tavoitteena on, että oppiminen tapahtuu luonnollisessa ja autenttisessa tilanteessa. Ratkaisuja etsitään oppimisen lähtökohtina oleviin monipuolisiin ammatillisen käytännön ongelmiin. Perusajatuksena on situationaalinen, aktiivinen ja toiminnallinen oppiminen, joka tapahtuu edellä mainittuja ongelmia ratkoen. Ongelmanratkomisen taustalla on tehtävän mallintaminen opettajan johdolla, näin jäsentyvät heti alussa tehtävän vaiheet ja ajattelu-prosessit. (Kettunen ym. 2006a.)

Konstruktiiivinen oppimisen näkemys käsittää oppimisen oppijan aktiivisena ja sosiaalisena toimintana, jossa oppija tulkitsee havaintojaan ja uusia tietoja aikaisempien tietojen, käsitysten ja kokemusten pohjalta. Konstruktiiivisessa oppimisessa kokeilemisella, ongelmanratkaisulla, ymmärtämisellä ja ajattelulla on keskeinen merkitys. Konstruktiiivinen malli siirtää oppimisprosessin painopistettä itseohjautuvuuden korostamalla oppijan omaa vastuuta oppimisprosessissa ja siinä onnistumisessa. Oppijan tulee olla aktiivinen ja kontrolloida toimintojaan. Opettajan rooli on tukea oppijan tiedon löytymistä ja oivallusta sekä tunnistaa ongelmat, jotka liittyvät oppimiseen ja työskentelyyn. (Kettunen ym. 2006a.) Opettajan tehtävä on myös suunnata oppijan tarkkaavaisuutta sekä muokata oppiaineisto muotoon, jonka oppija pystyy oppimaan ja joka vastaa oppijan kehitystasoa. Tämä oppimisen näkemys on yleistynyt koulutuskäytäntöjen muuttuessa joustavimmiksi ja onkin käytössä erityisesti etä- ja itseopiskelussa, joissa itseohjautuvuudella on suuri merkitys. Oppijalla on paljon mahdollisuuksia, mutta hän on myös itse vastuussa oppimisestaan. (Kurki ym. 1996.)

Humanistisia näkökohtia käytettäessä arvostetaan ihmisen ainutlaatuisuutta ja kasvatuksen vapautta ja avoimuutta. Oppimisen voidaan katsoa perustuvan oppijan omiin tavoitteisiin ja oppimishaluun. Humanismissa painotetaan konstruktiiivisin tavoin itseohjautuvuutta sekä luodaan kuvaa luovasta ja henkiseen kasvuun

pyrkivästä ihmisestä, jolle ominaista on aktiivisuus, itsensä toteuttaminen ja kokonaisvaltainen oppiminen. Humanistisen psykologian periaatteita soveltaen on huomattu, että henkilön omia kokemuksia tulisi arvostaa kasvatuksessa. Humanistiseen näkemykseen onkin liitetty kokemuksellista oppimista painottava näkemys ja toisaalta yksilöllisen oppimisen arvostaminen. Opettajaa voidaan pitää oppijan ohjaajana ja tukihenkilönä. (Kettunen ym. 2006a.) Tarkan suunnittelun sijasta etukäteen ovat tiedossa ainoastaan opetuksen suuntaviivat. Arviointi kohdistuu yksilöllisiin oppimisprosesseihin ja oppijan itsearviointiin hyödyntämiseen. (JAMK, [viitattu 9.2.2017].)

2.2.2 Oppimistyyli

Oppimistyyli tarkoittaa henkilön tapaa hankkia ja käsitellä tietoa, tapaa opittavan asian lähestymiseen tai jäsentämiseen omassa opiskelussa sekä tapaa, jolla opitaan helpoimmin ja mieluiten. Oppimistyyli kehittyy koko eliniän ajan sekä muokkautuu kouluissa ja erilaisissa oppimistilanteissa ja -ympäristöissä. Jokaisella henkilöllä on jokin vallitseva oppimistyyli, mutta jokainen voi vaihdella tiedon prosessointitapaa riippumatta omasta vallitsevasta tyylistään. (Peda.net, [viitattu 6.2.2017].) Koska ihmiset oppivat eri tavoin, on eräs tapa selittää oppimisen eroja tarkastella kullekin yksilölle ominaista tapaa suhtautua oppimiseen eri havaintokanavien kautta. Havaintokanavia ovat näkö- ja kuuloaistit sekä tekeminen ja tunteminen, ihmiset käyttävät oppimiseen näitä kaikkia. Jotkut ihmiset kuitenkin kokevat oppivansa tehokkaammin ja luontaisimmin jonkun tietyn havaintokanavan kautta. (Seitola ym. 2007.) Seuraavaksi esitellään edellä mainittuihin aisteihin perustuvat oppimistyyli.

Visuaalisella oppijalla näköaistin ja näkemisen merkitys korostuu, koska hän oppii näkemällä ja katselemalla. Visuaalisesti suuntautunut henkilö pystyy palauttamaan mieleensä erilaisia mielikuvia, joiden avulla hän rakentaa uutta oppimaansa. Tällainen henkilö on usein hyvä keskittymään ja hänellä on vilkas mielikuvitus. Opetustilanteissa visuaalisella henkilöllä tarkkaavaisuus kohdistuu usein hyvin tehtyyn opetusmateriaaliin. Visuaalisen oppijan kannattaa hyödyntää oppimateriaalin lukemista ja silmäilyä, erilaisia kaavioita, kuvia ja miellekarttoja. Vahvojen näkömie-

likuvien luominen opetettavissa asioissa on erittäin hyödyllistä opettaessa visuaalista oppijaa. (Seitola ym. 2007.)

Auditiivinen oppiminen tarkoittaa kuulohavaintoon perustuvaa oppimista. Kuuloaistin ja kuulemisen merkitys korostuvat tällaisella henkilöllä ja hän tallentaakin havaintonsa kuulokuvien muotoon. Äänet vaikuttavat myös henkilön keskittymiseen, joko häiritsevästi tai oppimista edistävästi. Oppimista saattavat helpottaa musiikki ja rytmi. Auditiivisesti suuntautunut henkilö nauttii vuoropuheluista ja selittämisestä, keskustelu muiden kanssa etenkin hankalasti opittavissa olevista asioista on myös hyödyllistä. Hän oppii sanallisten ohjeiden avulla ja puhuu tai toistaa asiat mielessään. Auditiivisen oppijan kannattaa luennolla keksittyä enemmän kuuntelemaan ja kyselemään kuin muistiinpanojen kirjoittamiseen. (Seitola ym. 2007.)

Kinesteettisen oppijan oppiminen perustuu tuntohavaintoon ja kokemukseen, hänelle on tärkeää miltä jokin esine, asia tai liike tuntuu. Kinesteettinen oppija hahmottaa ihmisten tarkoituksia ilmeiden, liikkeiden ja eleiden kautta. Palauttaessaan opittuja asioita mieleen hän tukeutuu oppitilanteeseen liittyviin kokemuksiin, kuten miltä jokin asia tuntui tai millainen tunnelma siihen liittyi. Opiskelutilanteessa kinesteettisen oppijan ympäristön tulisi tuntua mukavalta. Tällainen oppija on fyysisesti suuntautunut ja lukiessa kannattaakin käyttää vaikka sormeja tai kirjanmerkkiä apuna, muistiinpanojen tekeminen on myös erittäin hyödyllistä. (Seitola ym. 2007.)

Toisessa määritelmässä oppimistyyliä jaetaan neljäksi ryhmäksi. Määritelmä pohjautuu professori David A. Kolbin kokemuksellisen oppimisen teoriaan. Toimintatavan mukaan jaetut oppimistyyliä ovat: osallistuja, tarkkailija, päättelijä ja toteuttaja. (Peda.net, [viitattu 6.2.2017].)

Osallistuja on henkilö, joka haluaa jatkuvasti hankkia mahdollisimman paljon kokemuksia ja täten oppia uutta. Hänelle mieluisia oppimistilanteita ovat ryhmätyöt ja aivoriihet sekä toisten kanssa toiminen. Osallistuja ryhtyy usein toimeen enempää ajattelematta ja pitää siitä, että asiat menevät eteenpäin. Tarkkailija puolestaan pysyy opetustilanteessa mielellään taka-alalla. Hän ei halua olla itse mukana informaation muodostumisessa, mutta pitää esimerkiksi luentojen ja esitelmien tarjoamista ärsykkeistä. Tarkkailija pitää siitä, että joku tekee, näyttää ja kertoo käsi-

teltävän asian. Hän voi jälkikäteen miettiä mitä tapahtui ja prosessoida asiat omassa rauhassa sen perusteella mitä kuuli ja havaitsi. (Seitola ym. 2007.)

Toisin kuin osallistuja, päättelijä haluaa muodostaa oman ajatusmallin opittavista asioista ennen käytäntöön siirtymistä. Hän yhdistää aikaisemmin hankittua tietoa uuden asian kanssa ja muodostaa kokonaisuuksia, jotka toimivat teorialtasolla. Päättelijä muodostaa ensin mahdollisimman korkean asteen ymmärryksen käsiteltävästä asiakokonaisuudesta, minkä jälkeen hän sijoittaa pienempiä yksityiskohtia paikalleen. Toteuttaja taas miettii asiaa päättelijän tavoin, mutta haluaa mahdollisimman nopeasti nähdä asioiden tapahtuvan myös käytännössä. Hän ei lähde osallistujan tapaan kokeilemaan asioita ilman tunnetta siitä, että ollaan menossa oikeaan suuntaan. (Seitola ym. 2007.)

Oppimistyylien erilaisuus ei suoranaisesti vaikuta opettamiseen, vaan on ennemminkin jokaisen yksilön itse tiedostettava asia omaa oppimistaan kehitettäessä. Kuitenkin oppimateriaalia laadittaessa on hyvä huomioida kaikkien näiden tyylien erityispiirteitä ja sisällyttää niitä sopivissa määräsuhhteissa opetukseen.

2.2.3 Opetuksen muoto

Opetuksella on sisältö ja muoto. Sisällöllä tarkoitetaan opetettavaa asiaa ja muodolla tapaa, jolla opetus järjestetään. Opetuksen muodolla on monia nimiä, kuten opetusmetodi, työtapaa, työmuoto ja opetusmenetelmä. Nimet kantavat mukanaan tiettyjä painotuksia. Opetuksen muoto on keskeinen pedagoginen opetusjärjestely. (Hellström 2008, 208.)

Opetusmetodi on muodon nimistä mahdollisesti vanhin. Se on keino, jolla tavoitteet muutetaan tuloksiksi. Metodiossa pohditaan muun muassa, että miten on opetettava ja millaiset säännöt muotoa koskevat. Yksinkertaisesti määriteltynä metodi on tapa, jolla valikoitu sisältö välitetään oppijalle. Laveammin määriteltynä se on tapa, jolla opettajan, oppijan ja oppiaineksen välinen interaktio järjestetään. Käsitteellä ”työtapa” haluttiin korvata vanhoja käsitteitä ja korostaa oppilaskeskeisyyden periaatteita, koska opetusmenetelmä-termi korosti joidenkin mielestä liikaa opettajan osuutta opetustapahtumassa. Työtavat voidaan luokitella yksinkertaises-

ti kolmeen ryhmään sen mukaan, kuinka opetus niissä etenee. Ryhmät ovat: koko luokan samaan tahtiin etenevä opiskelu eli luokkaopetus, oppilasryhmissä etenevä opiskelu ja yksittäisen oppijan mukaan etenevä opiskelu eli yksilöllinen työskentely. Työmuodot, joihin eri työtavat voidaan sijoitella, voidaan jakaa kolmeen pääryhmään, joista ensimmäinen on opettajakeskeinen työmuoto. Siinä opettaja on opiskelun alullepanija, työn kulun ohjaaja ja selvästi vastuussa työn sujumisesta. Toinen työmuoto on oppilaskeskeinen, jossa työn eteneminen ja joskus jopa suunnitteleminenkin ovat osittain oppilaiden varassa. Kolmas on yhteistoiminnallinen työmuoto, jossa ei ole nähtävissä selvää vastuunjakoa työn etenemisestä. (Hellström 2008, 208-211.)

Opetusmenetelmä-käsitteen tulkinta opettajakeskeiseksi on turha, koska didaktiikassa opetus on oppilaiden ja opettajan yhteistä toimintaa (Hellström 2008, 211). Opetusmenetelmä on opetuksen toteuttamis- tai työtapa ja sen tulisi edistää oppijan oppimista. Opetusmenetelmän ilmaisu- ja sosiaalimuodilla sekä vuorovaikutuksen muodoilla opettaja motivoi ja arvioi oppilaita sekä organisoii opetusta. Opetusmenetelmiä on monia ja niiden käyttö riippuu muun muassa kurssin tavoitteista sekä opettajan opetustyylistä ja -taidosta. Taitava opettaja hallitseekin monia opetusmenetelmiä ja pystyy valitsemaan tarkoituksenmukaiset menetelmät ja vaihtelemaan niitä tilanteiden mukaan. Monipuolinen opetusmenetelmien käyttö edistää oppijan oppimisprosessia, koska oppimisprosessi käyttää hyödyksi eri oppimistyyliin sisältyvää oppijan energiaa. Opetusmenetelmän valintaan vaikuttavat mm.

- opiskelijoiden taso, tottumukset ja motivaatio
- opettajan valmiudet, kuten kokeiluhalu ja kokemus eri menetelmistä
- opetettava aihe sekä kurssin sisältö ja tavoitteet
- opetusmenetelmän vaatimukset esimerkiksi opetustilasta, ryhmän koosta ja ajasta
- opetusmenetelmän vaihtelevuus ja tarkoituksenmukaisuus. (Kettunen ym. 2006b.)

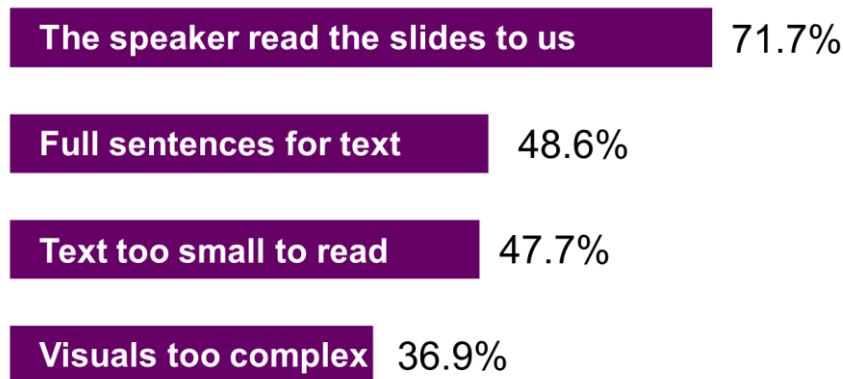
Vanhimpina opetusmenetelminä voidaan pitää luentoa, esitelmää, sanelua, imitointia, yksin tai yhdessä korvakuulolta ulkoa opettelua ja kuulustelua. Toisen maailmansodan jälkeen menetelmät monipuolistuivat yksilöllisellä työtavalla, opetuskeskustelulla, ryhmätyöllä ja juhlalla. Luovuutta korostaneet opetusmenetelmät,

kuten pedagoginen draama, alkoivat yleistyä 1960-luvulla. Viimeisimpiä innovaatioita ovat olleet opetusteknologia sekä tutkiva ja ongelmalähtöinen oppiminen. Myös yhteistoiminnallinen oppiminen on yleistynyt, siinä jokaisen vastuu oppimisesta ja toisen opettamisesta korostuvat. Monet uusimmat opetusmenetelmät liittyvät opetusteknologiaan ja tietokoneavusteiseen opetukseen. (Hellström 2008, 212.) Seuraavaksi esitellään muutamia yleisimpiä opetusmenetelmiä.

Luento-opetus on opetuksen perinteinen työtapo ja korvaamaton muiden työtapojen tukena. Se kuuluu niin sanottuun esittävään opetukseen, jota käytetään eniten silloin, kun suuri joukko ihmisiä on läsnä. Esittävä opetus soveltuu parhaiten motivoituneille, erityisesti auditiivisille ja visuaalisille oppijoille (Rönkkö & Heikkilä 2006). Luento sopii hyvin asioiden kuvaamiseen ja tietojen jakamiseen sekä erilaisten näkemysten ja kannanottojen esittämiseen. Audiovisuaalisen materiaalin käyttö luennon tukena on usein nopein keino havainnollistaa tietopuoleista informaatiota vaikkapa kuvien ja videoiden avulla. Nykyisin luokkatilat onkin monesti varusteltu varsin hyvin Av-välineillä, eikä luento-opetus siten aseta erityisvaatimuksia opetustiloille. (Kettunen ym. 2006b.)

Av-välineenä luennoilla käytetään usein videoprojektorin vanhempien välineiden, kuten liitu- ja tussitaulun ja piirtoheittimen, sijaan. Tietokoneohjattua videoprojektorin käytettäessä suosituin materiaalin muoto on diaesitys, joka on kehittyneempi muoto kymmeniä vuosia sitten käytetyistä diaprojektoreista. Kun tuotetaan diaesityksiä luennon av-materiaaliksi, on huomioitava muutamia seikkoja. Diaesityksessä on käytettävä riittävän isoa kirjasinkokoa ja sopivia värejä, että se on normaalin näkökyvyn omaavan henkilön luettavissa myös käytettävän tilan takaosasta katsottuna. Tekstiä diassa olisi hyvä olla vain muutama rivi. Mikäli opetuksessa on pakottava tarve esittää pienen kirjasinkoon diamateriaalia, tulee materiaali jakaa myös monisteena oppijoille. Av-tekniikka ei saisi viedä huomiota itse luennolta, siksi valkokankaalla ei saisi koko tunnin ajan näkyä sama dia, tietokoneen työpöytä tai näytönsäästäjä. Videoita on tarkoituksenmukaista näyttää vain lyhyinä pätkinä ja vain niiden oleelliselta osalta. Videoihin, kuten esittävään opetukseen yleisesti, pätee 20 minuutin aikasääntö, jonka mukaan yhteen asiaan pystytään keskittymään enintään kyseisen ajanjakso. (Rönkkö & Heikkilä 2006.) Dave Paradin tutkimuksen tiedot tukevat edellä mainittua teoriaa, sen mukaan neljä ärsyttä-

vintä seikkaa diaesityksissä ovat esillä kuviossa 1 prosenttiosuuksineen. Kolme ärsyttävintä esityksen piirrettä liittyvät tekstiin. Suurin virhe on, että esittelijä lukee diojen tekstin yleisölle. Seuraavaksi pahimmat virheet käsittävät kokonaisten lauseiden ja liian pienen kirjasinkoon käytön. Neljäntenä virheenä tutkimus mainitsee esityksen liian monimutkaisen grafiikan. (Paradi, [viitattu 7.3.2017].)



Kuvio 1. Ärsyttävimmät seikat diaesityksessä. (Paradi, [viitattu 7.3.2017].)

Runsasta tekstin käyttöä voidaan pitää myös epäkohteliaana eleenä yleisöä kohtaan, lisäksi se on varsin tehoton tapa kommunikoida. Esityksen tulisi olla vain esittäjän tukimateriaalia. On tutkittu myös, että tekstipitoinen diaesitysmateriaali heikentää tiedon omaksumista, koska osallistujat joutuvat lukemaan ja kuuntelemaan samanaikaisesti. Diaesitystä voidaan selkeyttää yksi idea kerrallaan -periaatteella, jolloin ei informaatioita tarjota kerralla liikaa, eikä myöskään rikota ison kuvan ja yksityiskohtien suhdetta. Diaesityksen tekijät sortuvat myös liian usein käyttämään ohjelman heille tarjoamia oletusasetuksia ja mallipohjia. (Sorri 2016, [viitattu 8.3.2017].)

Luento-opetuksessa vuorovaikutus saattaa olla varsin vähäistä tiedonkulkusuunnan ollessa opettajasta opiskelijaan. Vuorovaikutuksen lisäämiseksi ja oppilaiden aktivoimiseksi voidaan luennolla käyttää opetuskeskustelua, jossa kaikilla oppilailta on mahdollisuus välittää tietoa muille. Opetuskeskustelu on opettajan ohjaamaa keskustelua valitusta aiheesta. Sen tavoitteena saattaa olla ratkaisun löytäminen ongelmaan, päätöksen tekeminen tai käsiteltävän asian pohtiminen. Opetuskeskustelu vaatii aihepiirin tuntemista ainakin osittain. Tekniikan alaa käsiteltäessä

saattaakin käydä niin, että opiskelijalla on laaja kokemus valitusta aiheesta ja tiedon jakaminen opiskelijaryhmälle on varsin hyödyllistä. (Saunamäki 2011, 26-29.)

Opetuskeskustelun lisäksi kyselevä opetus on hyvä menetelmä aktivointiin ja mielenkiinnon herättämiseen. Menetelmässä opettaja ja oppilaat kyselevät toisiltaan sekä oppilaat voivat kysellä keskenään. Kysymykset voivat olla spontaanisti synnytettyjä tai etukäteen annettuja. Opettaja ja oppilaat voivat harjoittaa erilaisia kysymystekniikoita ja kiinnittää huomioita kvalitatiivisten kysymysten esittämiseen sekä kysymysten selkeyteen. Tässä menetelmässä opettaja pääsee lähemmäs oppilaiden ymmärryksen tasoa ja haastaa heidät älylliseen työskentelyyn. Menetelmä asettaa vaatimuksia myös opettajan itsetunnolle, koska hänen pitää pystyä kohtaamaan kysymykset, joihin ei välttämättä tiedä vastausta. (Rönkkö & Heikkilä 2006.)

Erityisen hyödylliseksi kysymysten esittäminen on huomattu silloin, kun aletaan opiskella uutta asiakokonaisuutta. Tällöin voidaan kirjata ylös oppilaiden mielessä olevia kysymyksiä, joihin palataan opintojakson aikana kunkin asian yhteydessä. Opettaja saa oppilaiden esittämien kysymysten perusteella tietoa heidän ennakkokäsityksistään ja siitä, mitä he tietävät jo entuudestaan käsiteltävistä asioista. Opettajan johtamaa kyselyä kannattaa käyttää, koska monesti ne oppilaat, jotka eivät tiedä, ovat hiljaa ja henkilö, joka tietää, esittää kysymykset opettajalle. Opettajan tulee toimia siten, että uutta asiaa opetettaessa hänen kysymyksensä auttaa oppilasta ymmärtämään tarkasteltavan kohteen erään tunnusmerkin. Opettaja ei halua sanoa sitä valmiiksi oppilaalle, vaan ohjaa oppilasta kyselyä käyttäen oivaltamaan asioita itse. Tarkoituksena olisi, että opettaja pystyy jatkamaan luontevasti oppilaan vastuksen pohjalta. (Lavonen ym.)

Oppituntia vie eteenpäin se, miten opettaja suhtautuu oppilaan vastukseen. Suhtautumiseen on muutamia tärkeitä ohjeita, joita opettajan tulisi huomioida menetelmää käytettäessä. Oppilaan vastatessa oikein, ei ole tarpeellista käyttää maneerinomaisia ilmauksia kuten ”oikein” tai ”hyvä”, vaan vastuksen oikeellisuus tulisi ilmaista jotenkin muuten. Myöskään oppilaan vastusta ei ole syytä toistaa. Myönteiseksi palautteeksi voidaan tulkita esimerkiksi se, kun opettaja hyödyntää vastausta uuden kysymyksen muotoilussa. Oppilaan vastatessa väärin opettajan olisi löydettävä siitä myönteisiä piirteitä ja pyrittävä muotoilemaan seuraava kysy-

mys siten, että se suuntaa oppilaita tarkastelemaan ongelmaa väärän vastauksen suhteen. Opettajan kysymysten tulisi olla yksinkertaisia ja viedä asiaa eteenpäin. Kysymys alkaa kysymyssanalla ja on päälause, ennen kysymystä voidaan antaa selventäviä ohjeita tai taustaa. Kun kysymys on esitetty, sitä ei pidä muotilla heti uudelleen tai tehdä selventäviä lisäyksiä. Tällöin voi käydä niin, että oppilas ei tiedä, mihin kysymykseen häneltä odotetaan vastusta. Kysymys on siis muotoiltava kerralla niin hyvin, ettei sitä tarvitse heti korjata. Kysymys on tarkoitettava kaikille oppilaille ja sen esittämisen jälkeen on odotettava, että kaikki ehtivät reagoida. Myös oppilaan vastauksen jälkeen on hyvä pitää lyhyt tauko. (Lavonen ym.)

Toiminnasta oppiminen eli tekemällä oppiminen on mahdollisesti ensimmäinen ihmisten välinen oppimismenetelmä, joka perustuu esimerkin ottamiseen ja perässä tekemiseen. Tässä menetelmässä oppimien tapahtuu tekemällä ja osallistumalla. Tekeminen on hyvin tärkeä keino opetuksen konkretisoinnissa, siinä eletään juuri sitä todellisuutta, johon oppiminen kohdistuu. Hyvänä esimerkkinä voidaan mainita laboratoriotyöt, joissa sovelletaan esimerkiksi luento-opetuksessa saatuja teorioita käytäntöön, opetellaan kokeellista työtä ja perehdytään erilaisiin työmenetelmiin ja mittalaitteisiin. Tekemällä oppimisen sovelluksia ovat myös laskuharjoitukset, jotka auttavat ymmärtämään ja soveltamaan matematiikan teorioita. (Kettunen, M. ym. 2006.) Oppiminen voidaan suorittaa yksilöllisesti, jolloin opettajalta vaaditaan enemmän ohjaamista ja avustamista ongelmatilanteissa, koska ryhmätyölle ominainen yhteistoiminnallisuus puuttuu (Saunamäki 2013, 25).

Laskuharjoitukset ovat usein yksilöllisesti suoritettavaa oppimista. Laboratoriotyöt taas ovat monesti yhteistoiminnallisia, koska niissä voidaan hyödyntää pienryhmissä työskentelyä. Ryhmätyössä jokaisella ryhmän henkilöllä on mahdollisuus olla vuorovaikutuksessa muiden kanssa vastuun jakautuessa koko ryhmän kesken. Opettaja voi antaa ryhmälle suoritusohjeet ja jättää suorittamistavan ja työn jaon kokonaan tai osittain ryhmän vastuulle. Yhteistoiminnallinen oppiminen eroaa hieman perinteisestä ryhmätyöstä, jossa joku tai jotkin oppilaat saattavat vetäytyä passiivisen sivustakatsojan rooliin. Yhteistoiminnallinen oppiminen korostaa yksilöllisen vastuun kantamisen kautta syntyvää yhteisvastuuta. Työmuotona se on oppilaan sosiaalisia, tiedollisia ja vuorovaikutustaitoja kehittävä. (Kettunen ym. 2006b.) Yhteistoiminnallisen oppimisen taustalla on monia oppimisenäkemyksiä,

kuten kognitiivinen ja konstruktivistinen oppimisteoria. Taustalla on myös humanistinen ihmiskäsitys, jossa ihmisen ajatellaan olevan itseohjautuva, omista ratkaisuistaan tietoinen, motivoitunut ja vastuullinen. (eNorssi, [viitattu 7.3.2017].)

2.3 Opetussuunnitelma

Opetussuunnitelman määritelmäksi suomalaisessa didaktikassa on vakiintunut ennalta määritelty kokonaisuus kaikista niistä toimenpiteistä, joilla pyritään toteuttamaan koululle asetettuja tavoitteita. Didaktisessa käsitteistössä opetussuunnitelma on opetuksen kehystekijä. Sen olennaiset elementit ovat tavoitteet, sisältö ja muoto, jotka kaikki riippuvat toisistaan. Niiden välillä vallitsee hierarkia siten, että tavoitteet ohjaavat sisältöä ja muotoa koskevia ratkaisuja. Tavoitteella on opetussuunnitelmassa siis kriteerin luonne. (Hellström 2008, 222).

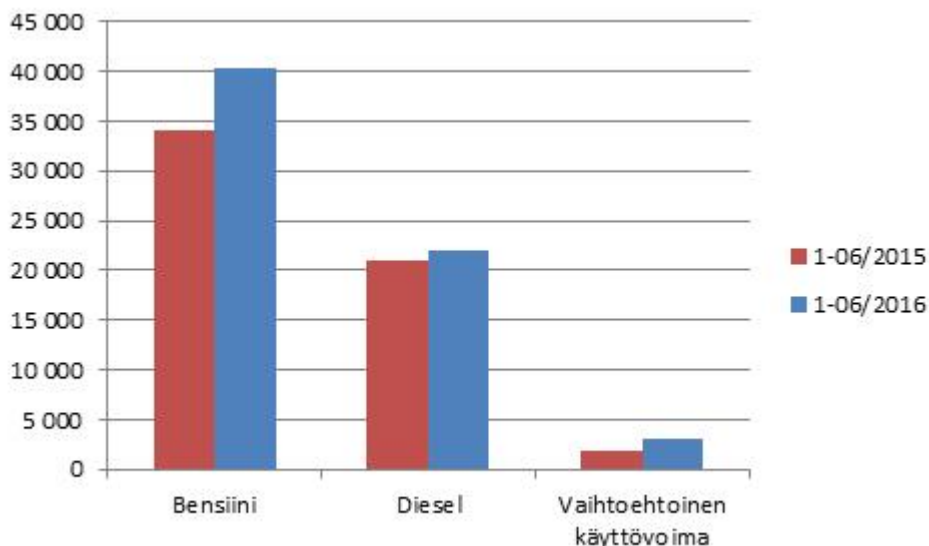
Opinnäytetyön tekohetkellä opetussuunnitelmana käytetään Opetushallituksen määräystä autoalan perustutkinnon perusteista (määräys 39/011/2014muutokset 4/011/2015 ja 43/011/2015), joka antaa koulutuksentarjoajalle ohjeet koulutuksen sisältöön sekä arviointikriteerit. Tavoitteena voidaan pitää laissa 631/1998 määriteltyä perustutkinnon suorittaneen henkilön osaamisvaatimusta. Kyseinen määritelmä löytyy suoraan lainattuna tämän raportin ammatillisen opetuksen lainsäädäntö-osiosta.

Opetussuunnitelmassa ei varsinaisesti mainita erikseen esimerkiksi hybridi- ja korkeajännitetekniikkaa, jonka tunteminen on kirjoittajan mielestä välttämätöntä ajattellessa huollon työturvallisuutta. Kuitenkin opetussuunnitelma määrää suoritettavaksi SFS 6002 -pätevyyden, jonka myös Koulutuskeskus Sedun autoalan kolmannen vuosikurssin opiskelijat suorittavat. SFS 6002 -pätevyys käsittää tarvittavat tiedot yleiseen sähkötyöturvallisuuteen, joka antaa valmiuksia hybridi- ja sähköautojen huoltoon ja korjaukseen. Sähkötyöturvallisuuteen paneudutaan tarkemmin tämän raportin hybridiajoneuvojen sähkötyöturvallisuus-osiolla. Hybridi- ja sähköauton jännitteettömäksi tekemisen osaaminen mainitaan arviointikriteerien elinikäisten oppimisen avaintaitojen terveys ja toimintakyky-kohdassa kiitettävän osaamistason kriteerinä (M 39/011/2014). Kirjoittajan oma mielipide on, että hybri-

ditekniikan perustunteminen, hybridi- tai sähköajoneuvon tunnistaminen ja jännitteettömäksi tekemine tulisi kirjata omana osanaan tuleviin opetussuunnitelmiin.

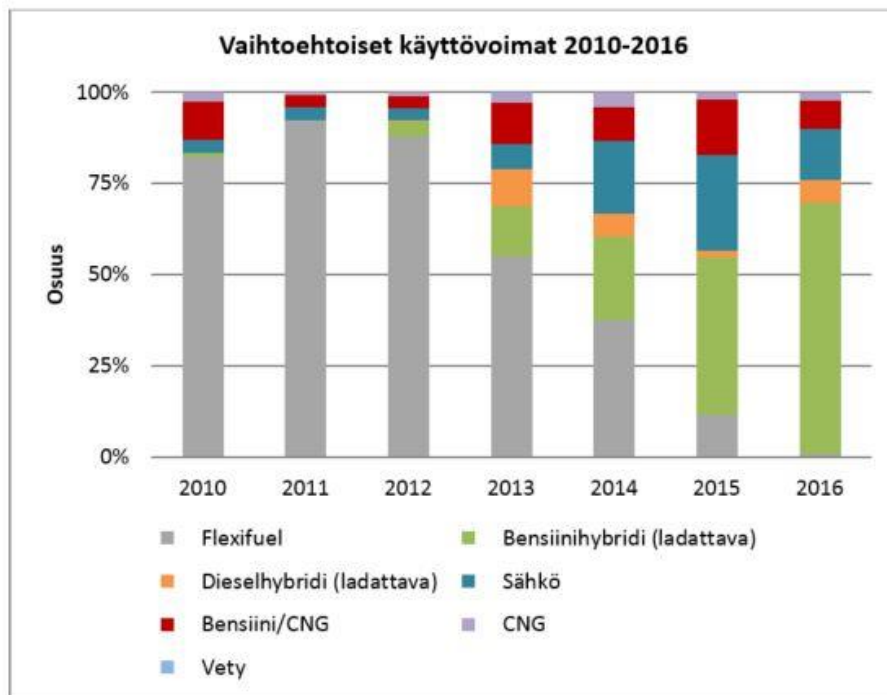
2.4 Ajoneuvokannan tarkastelu

Tekniikan tuntemisen tarvetta pohjustaa se, että hybridi- ja sähköhenkilöautojen määrä on lisääntynyt suhteessa diesel- ja bensiinikäyttöisiin ajoneuvoihin. Vuoden 2016 ensimmäisellä puoliskolla vaihtoehtoisella käyttövoimalla toimivia henkilöautoja rekisteröitiin 67 prosenttia enemmän kuin vastaavana aikana vuonna 2015. Vaihtoehtoisia käyttövoimia ovat hybridi, sähkö, flexifuel, vety ja maa- ja biokaasu. Kasvua on tapahtunut eniten ladattavissa hybrideissä, joiden ensirekisteröintien kasvu kyseisellä aikavälillä oli 180 prosenttia. Korjaamotoiminnan kannalta ajatellen mielenkiintoinen seikka on se, että yritykset rekisteröivät enemmän vaihtoehtoisen käyttövoiman autoja kuin perinteisiä bensiini- ja dieselautoja. Uusista sähköautoista yritykset omistavat yli puolet. Bensiini- ja dieselkäyttöisiä henkilöautoja rekisteröitiin aikavälillä toki edelleen määrällisesti huomattavasti enemmän kuin vaihtoehtoisen käyttövoiman autoja, kuten näemme kuviossa 2. (Trafı 2016.)



Kuvio 2. Henkilöautojen ensirekisteröinnit käyttövoiman mukaan tammi-kesäkuu 2015 ja 2016. (Trafı 2016.)

Kokonaisuutena vuonna 2016 vaihtoehtoisen käyttövoiman henkilöautoja rekisteröitiin 1610 kappaletta, kasvua oli 75 prosenttia edelliseen vuoteen verrattuna laddattavien bensa/sähkö-hybridien ansiosta. Täyssähköautojen kohdalla kasvua ei ole tapahtunut, vaan niiden ensirekisteröinnit ovat jopa laskeneet vuonna 2016. (Trafi 2017.) Kuviosta 3 näemme, miten vaihtoehtoiset käyttövoimat ovat jakaantuneet vuodesta 2010 vuoteen 2016.



Kuvio 3. Vaihtoehtoiset käyttövoimat 2010-2016. (Trafi 2017.)

Kuviosta 3 nähdään flexifuel-tekniikan väistyminen sekä jo edellä mainittu laddattavien bensiinihybridien merkittävä yleistymisen, joiden osuus vaihtoehtoisista käyttövoimista onkin jo lähes 70 prosenttia. Myös bensiinin ja CNG:n (Compressed Natural Gas) eli bensiinin ja paineistetun luonnonkaasun yhdistelmä on täyssähköautojen ohella menettänyt markkina-asemaansa. (Trafi 2017, [viitattu 10.2.2017].)

3 AJONEUVOTEKNIikka

3.1 Hybridi- ja sähköajoneuvotekniikka

Hybridiajoneuvoissa käytetään kahden voimalähteen yhdistelmää, kuten polttomoottoria ja korkeajänniteakkua (Toyota-Tech 2016). Hybridinä voidaan siis pitää myös esimerkiksi kaasuautoa, jolla voidaan ajaa kaasun lisäksi käyttäen perinteistä polttoainetta. Tällaisia kaasuautoja kutsutaan yleensä hybridin sijaan Bi-Fuel-autoiksi. (Ahonen 2005.) Autonvalmistajien markkinointitekstejä luettaessa voidaan huomata, että termillä hybridi tarkoitetaan lähes poikkeuksetta polttomoottorin ja akuston yhdistelmää. Tässä opinnäytetyössä hybridiajoneuvolla tarkoitetaan bensiini- tai dieselmoottorin ja korkeajänniteakun yhdistelmää. Hybridiajoneuvot voidaan luokitella kahdella tavalla: hybridisointiasteen perusteella tai voimansiirtolinjan toteutustavan perusteella (Linja-aho 2013, 42). Seuraavaksi esitellään hybridisointiasteeseen perustuva jako.

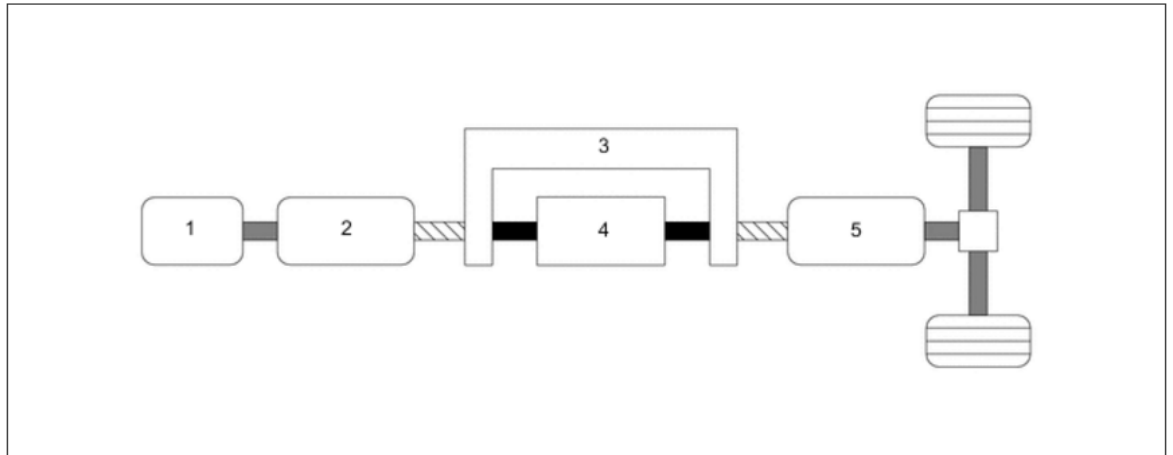
Mikrohybridiksi kutsutaan joidenkin autonvalmistajien järjestelmiä, jotka on varustettu pysäytys-käynnistysautomaatiikalla ja jarrutusenergian talteenotolla. Mikrohybridi on lähinnä kauppanimi, eikä varsinaisesta hybridijärjestelmästä ole kyse, koska ajoneuvoa liikutetaan ainoastaan polttomoottorilla. Kevythybridillä tarkoitetaan ajoneuvoa, jossa sähkömoottori avustaa polttomoottoria kiihdytyksissä. Kevythybridi ei pysty liikkumaan pelkän sähkömoottorin voimalla. (Linja-aho 2013, 43.)

Yleensä varsinaisista hybridiajoneuvoista puhuttaessa tarkoitetaan täyshybridä tai plug-in-hybridä. Täyshybriditekniikalla varustettu ajoneuvo voi liikkua joko pelkällä sähkö- tai polttomoottorilla, tai käyttäen molempia yhtä aikaa. Plug-in-hybridin, josta myös nimitystä pistokehybridi käytetään, on ajoneuvo, jonka akusto on ladattavissa sähköverkosta. Plug-in-hybridin akusto on yleensä isompi kuin normaalissa täyshybridissä, jonka akusto on tarkoitettu vain jarrutusenergian varastoitumiseen. Isomman akuston ansiosta ajoneuvolla voidaan ajaa esimerkiksi lyhyttä työmatkaa käyttämättä polttomoottoria lainkaan. (Linja-aho 2013, 43-44.)

Range Extender on oikeastaan plug-in-hybridin varustettuna entistä isommalla akustolla, koska ajoneuvon polttomoottoria on tarkoitus käyttää vain poikkeustilan-

teissa. Täyssähköajoneuvo puolestaan on nimitys puhekielen sähköautolle, autolle jossa polttomoottoria ei ole lainkaan. Voimanlähteenä toimii ainoastaan sähkömoottori, joka saa käyttövoimansa ladattavasta akustosta. (Linja-aho 2013, 44.) Täyssähköajoneuvo ei ole hybridi ajoneuvo, mutta se mainitaan tässä osiossa, koska se kuuluu aiemmin mainittujen vaihtoehtoisten käyttövoimien joukkoon. Range Extenderin sijoittaminen joko hybridi- tai sähköautokategoriaan on hankalampaa. Teknisesti kyse on hybridi ajoneuvosta, mutta artikkelikielessä ja tavallisen autonostajan mielestä kyseessä on sähköauto. Hybridi ajoneuvolla tarkoitetaan monesti ajoneuvoa, jossa polttomoottori on päävoimanlähde. (Linja-aho 2013, 44.)

Hybridijärjestelmien jako voimansiirtolinjan toteutustavan mukaan on luonnollisesti edellä mainittuja kaupallisia määritelmiä teknisempi. Yksinkertaisinta toteutustapaa edustaa sarjahybriditekniikka, jonka on esitelty kuviossa 4 ja numeroidut komponentit taulukossa 1. Sarjahybridissä voimansiirtolinja voidaan toteuttaa niin, että polttomoottori käyttää generaattoria, jonka tuottama energia käyttää sähkömoottoria tai -moottoreita. Sarjahybridissä ei ole lainkaan mekaanista yhteyttä polttomoottorin ja vetävien pyörien välillä, mikä antaa vapauksia moottorin sijoittamispaikan suhteen. Perinteistä vaihteistoa ja voimansiirtolinjaa ei tarvita, ja sähkömoottorit voidaan sijoittaa suoraan vetävien pyörien yhteyteen. Sarjahybriditekniikka on yleisesti käytössä sähködieselvetureissa ja Range Extend -ajoneuvoissa. (Linja-aho 2013, 42.) Sarjahybridillä on parhaimmillaan paljon pysähdyksiä ja liikkeellelähtöjä sisältävässä ajossa, jolloin polttomoottori voidaan optimoida toimimaan kapealla kierroslukualueella ja parhaalla hyötysuhteella. Huonona puolena mainittakoon polttomoottoriajoneuvoa heikompi hyötysuhde tasaisessa maantieajossa, koska energian kuljettaminen generaattorin ja sähkömoottorin läpi tuottaa häviötä enemmän kuin liike-energian vieminen suoraan polttomoottorilta pyörille veisi. (Linja-aho 2013, 42-43.)

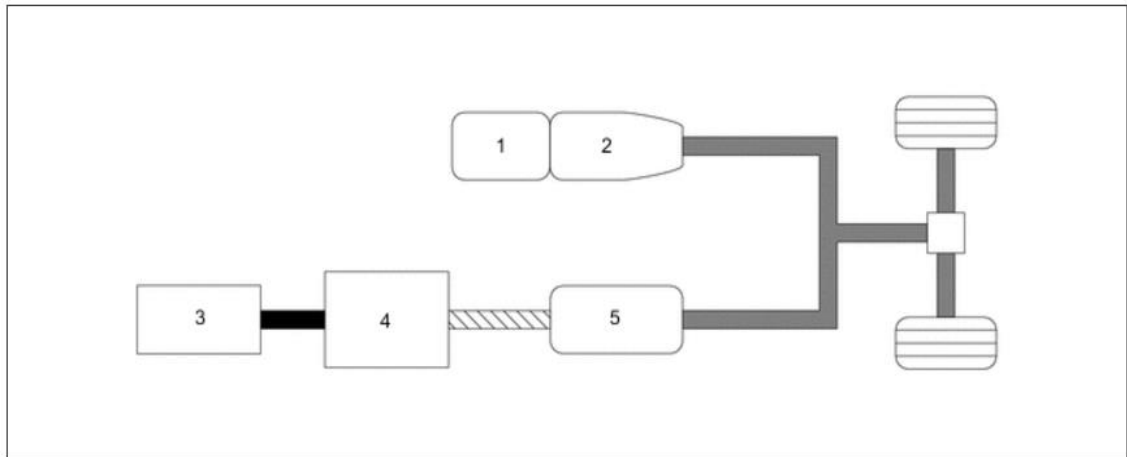


Kuvio 4. Sarjahybridi. (Toyota-Tech 2016.)

Taulukko 1. Sarjahybridin komponentit kuviossa 4.




1	Moottori	2	Generaattori
3	Invertteri	4	Korkeajänniteakku
5	Sähkömoottori		
■	Tasavirta	▨	Vaihtovirta
■	Mekaaninen voima		

Rinnakkaishybridiksi kutsutaan järjestelmiä, joiden voimansiirrossa sähkö- ja polttomoottori on kytketty samaan voimalinjaan. Järjestelmä esiteltä kuviossa 5 ja numeroidut komponentit luetteloidu taulukkoon 2. Tällä ratkaisulla ajoneuvon voimanlähteenä voi toimi joko sähkömoottori tai polttomoottori tai molemmat yhdessä. Rinnakkaishybridijärjestelmä korjaa sarjahybridin kohdalla mainitun ongelman maantieajon huonosta taloudellisuudesta, koska matka-ajo voidaan suorittaa polttomoottoria käyttäen. Lisäksi poltto- ja sähkömoottori voidaan mitoittaa pienemmiksi kuin sarjahybridissä, jossa molempien on tuotettava maksimiteho. Rinnakkaishybridijärjestelmän voimansiirtolinjan huono puoli on, että akustoa ei voida ladata ajoneuvon ollessa pysäytettynä.

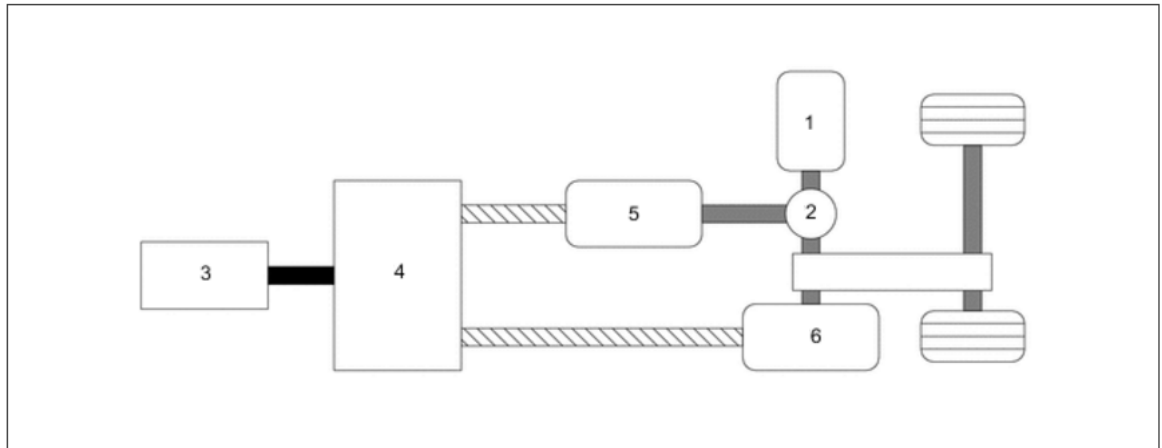


Kuvio 5. Rinnakkaishybridi. (Toyota-Tech 2016.)

Taulukko 2. Rinnakkaishybridin komponentit kuviossa 5.




1	Moottori	2	Tehonsiirtoyksikkö
3	Korkeajänniteakku	4	Invertteri
5	Moottorigeneraattori		
	Tasavirta		Vaihtovirta
	Mekaaninen voima		

Kolmas voimansiirtolinjoihin perustuva jako on sarja-rinnakkaishybridi, jossa edellä mainitut järjestelmät on yhdistetty. Tekniikasta käytetään myös nimeä power split-hybridi. Järjestelmässä sähköinen ja mekaaninen voimalinja on yhdistetty planeettavaihteistolla, jolloin ajoneuvo pystyy liikkumaan kullakin moottorilla erikseen tai käyttäen samanaikaisesti molempia. Haittapuolena järjestelmälle pidetään sen monimutkaisuutta ja tätä kautta korkeampia valmistuskustannuksia. (Linja-aho 2013, 43.) Sarja-rinnakkaishybridin periaatekuva on nähtävillä kuviossa 6 ja numeroitujen komponenttien nimet taulukossa 3. Sarja-rinnakkaishybriditekniikan komponentteihin palataan tämän raportin opetusajoneuvo-osioissa.



Kuvio 6. Sarja-rinnakkaishybridi. (Toyota-Tech 2016.)

Taulukko 3. Sarja-rinnakkaishybridin komponentit kuviossa 6.

1	Moottori	2	Tehonjakoyksikkö
3	Korkeajänniteakku	4	Invertteri
5	Moottorigeneraattori 1	6	Moottorigeneraattori 2
	Tasavirta		Vaihtovirta
	Mekaaninen voima		

3.2 Hybridiajoneuvojen sähkötyöturvallisuus

3.2.1 Säädös ajoneuvon rakenteesta

Tärkein säädös liittyen sähkö- ja hybridiajoneuvojen sähkötyöturvallisuuteen on Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomission (UNECE) sääntö numero 100 –Yhdenmukaiset vaatimukset, jotka koskevat ajoneuvon hyväksyntää sähköiseen voimajärjestelmään sovellettavien erityisvaatimusten osalta (Koukonen 2013).

Säädöksiä sovelletaan turvallisuusvaatimukseen koskien sellaisten M- ja N-luokkaan kuuluvien maantieajoneuvojen sähköisiä voimajärjestelmiä, joiden suurin rakenteellinen nopeus ylittää 25 kilometriä tunnissa ja jotka on varustettu yhdellä tai useammalla sähkökäyttöisellä ajomoottorilla, joita ei ole kytketty pysyvästi säh-

köverkkoon. Säännöstä sovelletaan myös näiden ajoneuvojen suurjännitekomponentteihin, jotka on galvaanisesti kytketty sähköisen voimajärjestelmän suurjänniteväylään. (Euroopan unionin virallinen lehti, [viitattu 17.2.2017].) Seuraavaksi esitellään säännön UNECE R 100 keskeisimmät asiat, jotka on tarpeellista tiedostaa toimittaessa sähkö- ja hybridiajoneuvojen parissa.

Säädöksen mukaan ajoneuvon on täytettävä seuraavat ehdot:

- Ajoneuvossa on oltava huoltokatkaisin eli huoltoerotin, jolla korkeajänniteakku on erotettavissa muusta järjestelmästä.
- Ajoneuvossa on oltava lisäksi sisäinen erotusresistanssin seurantajärjestelmä.
- Ajoneuvon jännitteiset osat on suojattava suoralta kosketukselta.
- Korkeajännitteiset osat on merkittävä varoitussymbolilla.
- Korkeajännitekaapelit on varustettava oranssilla kuorella.
- Sähköiskulta suojaamisen vuoksi kaikki jännitteelle alttiit kosketeltavat osat, kuten johtava suojus ja kotelo, on liitettävä galvaanisesti sähköiseen alustaan siten, että vaarallisia potentiaaleja ei pääse syntymään.
- Kaikkien jännitteelle alttiiden kosketeltavissa olevien osien ja sähköisen alustan välisen resistanssin on oltava pienempi kuin 1,0 ohmia, mittausvirran voimakkuuden ollessa vähintään 0,2 ampeeria.

(Euroopan unionin virallinen lehti, [viitattu 17.2.2017].)

3.2.2 Säädös työturvallisuudesta

Opetuskäytössä tapahtuva hybridiajoneuvon korjaustyö on rinnastettavissa kaupalliseen korjaamotoimintaan, jossa on huomioitava säädökset ja koulutukset, turvallisuusasiat sekä työkalusuositukset (Kananoja 2015). Ensimmäisenä päivänä tammikuuta 2017 voimaantulleen uuden sähkötyöturvallisuuslain (16.12.2016/1135) myötä hybridi- ja sähköajoneuvojen rajoitettu S3-pätevyys poistui autoalan vaatimuksista, eikä yritysten enää tarvitse ilmoittaa Tukesille nimettyä sähkötöiden johtajaa eikä tehdä urakointi-ilmoitusta. Työn tekeminen edellyttää edelleen sähkötyömääräysten noudattamista ja suorittajan on oltava riittävästi pe-

rehtynyt tai perehdytetty kyseisen ajoneuvomallin sähköjärjestelmään ja sähkön vaaroihin. Sähkön vaaroihin perehtyminen, jonka laki edellyttää, täyttyy suorittamalla sähkötyöturvallisuuskoulutus SFS 6002. Pelkkä SFS 6002 -koulutus ei kuitenkaan riitä kaikkien ajoneuvojen sähkötöihin, vaan kyseisen ajoneuvomallin sähköjärjestelmään on aina perehdyttävä esimerkiksi maahantuojaan koulutuksella. (Autoalan Keskusliitto ry, [viitattu 29.3.2017].)

Suomalainen sähkötyöturvallisuuden kansallinen standardi SFS 6002 pohjautuu kansainväliseen EN 50110-1-standardiin. Kyseisiä standardeja ei ole alun perin suunniteltu sovellettavaksi sähkö- ja hybridiajoneuvoihin ja ajoneuvojen sähkölaitteisiin, niitä kuitenkin käytetään, koska sopivampia standardeja ei ole olemassa. (Linja-aho 2013, 62.) Standardin sähköajoneuvoja koskevissa vaatimuksissa sähköajoneuvolla tarkoitetaan sähkö- tai hybridiajoneuvoa tai työkonetta, jossa on akusta tai vastaavasta energianlähteestä syötettävä sähköinen ajovoimajärjestelmä. Järjestelmän nimellisjännite on yli 120 voltia tasajännitettä tai 50 voltia vaihtojännitettä. Sähköajoneuvoissa käytetään yleisesti termiä matalajännite puhuttaessa alle 60 voltin tasajännitteestä ja 30 voltin vaihtojännitteestä, eli tavallisesti auton 12 tai 24 voltin akkujännitteestä. Ajovoimajärjestelmissä käytettävistä suuremmista jännitteistä puhutaan ajoneuvotekniikassa korkeajännitteisinä. (SFS 6002, 2015.) Huomattavaa on, että termit eroavat sähköjakeleussa käytetyistä termeistä pien-, keski- ja suurjännite.

Hybridi- ja sähköajoneuvoja korjattaessa standardin SFS 6002 mukainen sähkötyöturvallisuuskoulutus soveltuvin osin ja ajoneuvomallia koskeva koulutus on annettava kaikille ajoneuvon huolto- ja korjaustoimenpiteitä tekeville. Korjaamohallissa työskentelevät henkilöt, jotka eivät osallistu huolto- tai korjaustoimenpiteisiin, eivät tarvitse varsinaista sähkötyöturvallisuuskoulutusta. Kyseisille henkilöille riittää perehdytys sähkön vaaroihin ja toimintaan onnettomuustilanteissa. (SFS 6002, 2015.) Standardiin pohjautuvasta koulutuksesta käytetään usein puhekielessä termiä SFS 6002 -pätevyys.

3.3 Opetusajoneuvo

Opetuksessa ajoneuvona käytetään vuonna 2015 hankittua Toyota Auris Hybridia, joka on varustettu 2ZR-FXE-moottorilla ja P410-tehonsiirtoyksiköllä. Ajoneuvon hybridijärjestelmä on toteutettu sarja-rinnakkaishybridi-tekniikalla. Kyseisen ajoneuvon hybridijärjestelmä on nimeltään Toyota-hybridijärjestelmä II (THS-II), joka perustuu Hybrid Synergy Drive -käsitteeseen. Järjestelmän keskeisimmät osat ovat polttomoottori, tehonsiirtoyksikkö, korkeajänniteakku ja invertterimuunninyksikkö. (Toyota-Tech 2016.)

Ajoneuvon bensiinikäyttöinen moottori on nelisylinterinen ja sylinteritilavuudeltaan 1,8 litraa, moottorissa käytetään korkean paisuntasuhteen Atkinson-sykliä. Venttiilikoneisto käsittää 16 venttiiliä, joiden ajoitus muuttuu elektronisesti ohjatulla VVT-i-tekniikalla. Yläpuolisia nokka-akseleita on kaksi kappaletta ja ne saavat käyttövoimansa kampiakselilta jakoketjun välityksellä. Moottorissa on tehokkaasti jäähdytetty EGR-järjestelmä, suorasytytysjärjestelmä ja elektronisesti ohjattu kaasuläppäjärjestelmä. Sähkötoiminen vesipumppu pienentää jäähdytyksen häviöitä ja nopeuttaa lämpenemistä. (Toyota-Tech2016.)

Korkeajänniteakkuyksikkö sijaitsee ajoneuvon takapenkin alla. Yksikköön kuuluvat nikkelimetallikorkeajänniteakku ja sen akkumoduulit, lämpötilatunnistimet, korkeajännitteen kytkentäkeskus SMR-releinen, jäähdytystuuletin, akun jännitettä tarkkaileva Smart-yksikkö sekä huoltoerotin. Huoltoerotin liittyy hyvin oleellisena osana hybridiajoneuvojen huoltoon ja jännitteettömäksi tekemiseen, koska se irrottaen kytketään korkeajänniteakku manuaalisesti irti muusta hybridijärjestelmästä. Toyota Auriksen huoltoerotin löytyy apukuljettajan puoleisen takamatkustustilan puolelta. Auriksen huoltoerotin sisältää myös korkeajännitepiirin pääsulakkeen. Tässä raportissa ei kerrota ajoneuvon jännitteettömäksi tekemisestä yksityiskohtaisesti, koska toimenpiteet on suoritettava tarkasti kunkin ajoneuvon valmistajan antamien ohjeiden mukaan. Korkeajänniteakku koostuu 28 erillisestä akkumoduulista, jotka on kytketty toisiinsa kahdella virtakiskomoduulilla. Kukin akkumoduuli koostuu kuudesta kennosta, joista kunkin nimellisjännite on 1,2 voltia. Korkeajänniteakussa on siten yhteensä 168 kappaletta kennoja, jolloin sen nimellisjännitteeksi muodostuu 201,6 voltia tasasähköä. (Toyota-Tech 2016.)

Korkeajännitteen kytkentäkeskus sisältää SMR-reilit, jotka ECU:n antamien tietojen mukaan joko kytkevät tai irrottavat korkeajänniteakun korkeajännitekaapelista. Esimerkiksi tilanteessa, jossa kuljettaja kytkee ajoneuvon READY-tilasta OFF-tilaan, SMR-releet avataan. Releet avataan myös onnettomuustilanteessa tai turvakytkentäpiirin aktivoituessa. Korkeajänniteosat, kuten invertteriyksikön kansi, sisältävät turvakytkimiä. Jos asentaja epähuomiossa irrottaa kannen poistamatta huoltoerotinta, kytketään korkeajänniteakku irti SMR-releillä turvakytkentäpiirin ohjaamana. (Toyota-Tech 2016.) Tällaista suojajärjestelmää kutsutaan interlock-piiriksi. Joissakin ajoneuvoissa korkeajännitekaapelit on ympäröity tunnistinjohtimilla, joiden katkeaminen saa aikaan korkeajänniteakun irtikytkennän. (Linja-aho 2013, 53.)

Invertteri-muunninyksikkö sisältää jännitteenmuuntimen, joka muuntaa korkeajänniteakun tasasähköisen 201,6 voltin jännitteen moottorigeneraattorille sopivaksi jännitteeksi. Korkeajänniteakun jännite nostetaan maksimissaan 650 volttiin ja ohjataan invertterille, jossa IGBT-transistorien avulla tasasähköstä tehdään digitaalista vaihtosähköä (Martansaari 2017). Järjestelmässä on korkeajänniteakun lisäksi nimellisjännitteeltään 12 voltin lisäakku, joka syöttää virtaa sähkölaitteille. Koska ajoneuvossa ei ole perinteistä generaattoria, alennetaan korkeajänniteakun jännite noin 14 volttiin DC/DC-muuntimella lisäakun latausta varten. Invertteri-muunninyksikkö sijaitsee ajoneuvon moottoritilassa ja on varustettu korkeajännitehuomiotarralla. (Toyota-Tech 2016.)

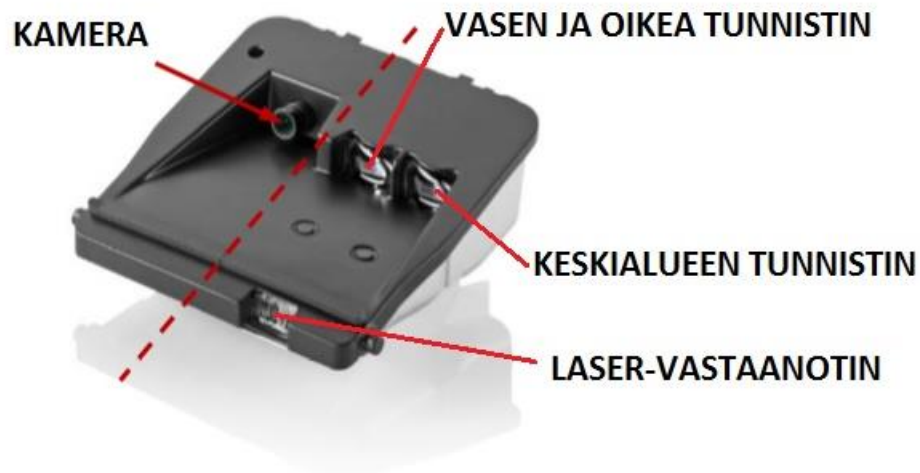
Tehonsiirtoyksikkö käyttää portaatonta automaattivaihteistoa planeettapyöräyksiköllä. P410-tehonsiirtoyksikkö muodostuu pääasiassa kahdesta moottorigeneraattorista: MG1 ja MG2, sekä planeettapyörästöyksiköstä. Moottorigeneraattorit ovat tyypiltään kestmagneettimoottoreita, jotka toimivat maksimissaan 650 voltin jännitteellä. Moottorigeneraattori 1:n toimintoina ovat sähköön tuotto sekä polttomoottorin käynnistys. Moottorigeneraattori 2 voi käyttää ajoneuvon vetäviä pyöriä sekä tuottaa sähköä. (Toyota-Tech 2016.) Invertteriltä saatu digitaalinen vaihtosähkö ohjataan kestmagneettiankkurin ympärillä oleviin staattorikäämien vaiheisiin, näin ECU ohjaa transistoreita käyttäen ankkurin pyörintänopeutta, suuntaa ja momenttia (Martansaari 2017). Planeettapyörästöyksikkö puolestaan koostuu tehonjakoyksiköstä ja alennusvaihteen planeettavaihdeyksiköstä. Tehonjakoyksikkö liittää

polttomoottorin järjestelmään ja jakaa sen käyttövoiman ajoneuvon vetävien pyörien ja moottorigeneraattori 1:n generaattorikäyttöön. Alennusvaihteen planeettavaihteyksikön tarkoituksena on nopeakäyntisen moottorigeneraattori 2:n pyörintänopeuden vähentäminen ja sen sovittaminen optimaalisesti planeettapyörästöyksikköön. Polttomoottori ja moottorigeneraattorit ovat siis kytketty mekaanisesti toisiinsa planeettapyörästöyksikön kautta. (Toyota-Tech2016.)

Ajoneuvosta löytyy hybriditekniikan lisäksi monia kuljettajaa avustavia järjestelmiä, jotka parantavat liikenneturvallisuutta ja ajomukavuutta. Järjestelmien toiminnan ja käytön perusteiden tajuaminen on ajoneuvoasentajalle hyödyllistä. Ajoneuvon turvallisuuslaitteet voidaan jakaa aktiivisiin, jotka pyrkivät välttämään onnettomuuden syntymisen, ja passiivisiin, jotka pyrkivät vähentämään onnettomuudesta aiheutuvia vammoja. Passiivisen turvallisuuden laitteita ovat muun muassa turvatyyny ja turvavyöt. Euro NCAP vaatii ajoneuvolta aktiivisia turvalaitteita, että viiden tähden luokituksen saavuttaminen olisi mahdollista. (Martansaari 2017.) Toyota Safety Sense -järjestelmän aktiivisten turvajärjestelmien toimintaperiaate ja komponentit esitellään lyhyesti seuraavissa kappaleissa.

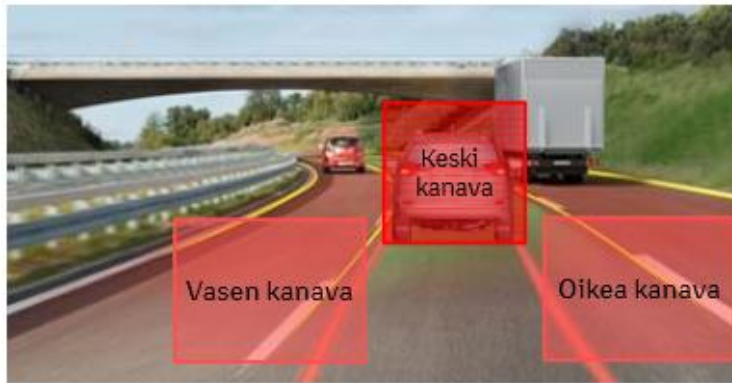
3.3.1 Kuljettajaa avustavat järjestelmät

Kaupunkiajon ennakoivan turvajärjestelmän tunnistin (kuva 1) sijaitsee ajoneuvon tuulilasin yläreunassa, taustapelin kohdalla. Tunnistinyksikkö sisältää monokulaarin kameran, Lidar-lasertunnistimen sekä ohjainyksikön. Kuvaan 1 on osoitettu komponenttien sijainti tunnistimessa. Tunnistin on aina kalibroitava, jos tuulilasi on vaihdettu tai tunnistin on muusta syystä irrotettu ja jos alustan osia on vaihdettu. Kalibrointi suoritetaan mallikohtaisten ohjeiden mukaan käyttäen testeriä. Tunnistimen kameraa käytetään PCS-, LDA-, AHB- ja RSA-järjestelmien toimintoihin sekä kohteiden jaotteluun. Kameran toimintasäde on noin 100 metriä. Se tekee arviota kohteen etäisyydestä tunnistettuaan kohteen muodot ja koon, lisäksi kamera tunnistaa valkoiset reunaviivat ja valaistut kohteet pimeässä.



Kuva 1. PCS-järjestelmän tunnistin. (Martansaari 2017.)

Lasertunnistin on käytössä vain PCS-järjestelmän ja sen alajärjestelmien toimintaan, joita ovat FCW, PBA ja AEB. Lasertunnistin mittaa ajoneuvon etäisyyttä ja nopeutta suhteessa edessä olevaan kohteeseen. Etäisyyden mittaaminen perustuu pulssimaisen lasersäteen heijastumiseen takaisin lähettimen rinnalla olevaan vastaanottimeen. Lasertunnistinyksikkö käsittää kolme pulssiohjattua lasersädettä, jotka on kohdistettu tien eri kohtiin kuvan 2 osoittamalla tavalla, sekä vastaanottimen. Ajoneuvon lähestymisnopeus on etäisyyden muutos kahden mittaushetken välillä. Yhtäaikaisesti käytettynä kamera ja lasertunnistin parantavat PCS-järjestelmän tarkkuutta. Lasertunnistin on lyhyen kantaman Lidar, jonka kantama on 10-15 metriä. Lidar-laserin aallonpituus on 905 nm, joka sijoittuu infrapunasäteiden aallonpituusalueelle, joka vastaa esimerkiksi television kaukosäätimen lähetintä. (Martansaari 2017.) Kaupunkiajon ennakoivan turvallisuusjärjestelmän lasertunnistin luokitellaan luokan 1M laserlaitteeksi IEC 60825-1 -standardin mukaan. Standardi määrittelee, että nämä laserlaitteet eivät ole vahingollisia paljaalle silmälle. Purettuna tunnistin luokitellaan luokan 3B laserlaitteeksi ja siitä aiheutuu silmävammojen vaara. (Toyota-Tech 2016.)



Kuva 2. Lasertunnistimen kanavat. (Martansaari 2017).

Ajoneuvon tutka sijaitsee ajoneuvon etusäleikön takana. Tutkaa käytetään erityisesti suurissa nopeuksissa 100-200 metrin havaintoalueella, johon kamera ja laser eivät yllä. Kameran ja tutkan yhteiskäytöllä myös jalankulkijoiden tunnistus on mahdollista. Tutkan toimintataajuus on 76 GHz. (Martansaari 2017.) Taajuusalue 76 GHz sijoittuu sähkömagneettisen säteilyn EHF-luokkaan (Extra High Frequencies), johon kuuluvat millimetriaallot ja aaltojohtimet, tästä johtuu siis nimitys millimetriaaltotutka. Tutkan toiminta perustuu Dopplerin ilmiöön tai tarkemmin Dopplerin siirtymään. Se lähettää edellä liikkuvaa ajoneuvoa kohti sähkömagneettisia aaltoja ominaistajuudellaan, jotka ajoneuvon kohdatessaan heijastuvat takaisin. Lähteneellä ja heijastuneella aallolla on pieni taajuusero. Kun ne interferoivat, syntyy huojunta. Huojuntataajuudesta ohjainyksikkö pystyy laskemaan lähestymisnopeuden ja etäisyyden. (Peltonen ym. 2007, 112,113,179.)

3.3.2 Törmäyksen ennakoiva turvallisuusjärjestelmä

Törmäyksen ennakoiva turvallisuusjärjestelmä (PCS) käyttää kaupunkiajon ennakoivan turvallisuusjärjestelmän tunnistimeen sisäänrakennetulta monokulaarilta kameratunnistimelta ja lasertunnistimelta saatavaa tietoa. Tietoa käytetään ajoneuvon edessä mahdollisesti olevien muiden ajoneuvojen tunnistamiseen. Kun järjestelmä havaitsee, että törmäys tunnistetun ajoneuvon kanssa on hyvin todennäköinen, se antaa kuljettajalle varoituksen ja äänimerkin FCW-järjestelmällä. Jos järjestelmä päättää, että törmäystä on vaikea välttää, se käyttää ennakoivaa AEB-järjestelmää ajoneuvon hidastamiseen. Ennakoiva jarrujenohjaus pystyy hi-

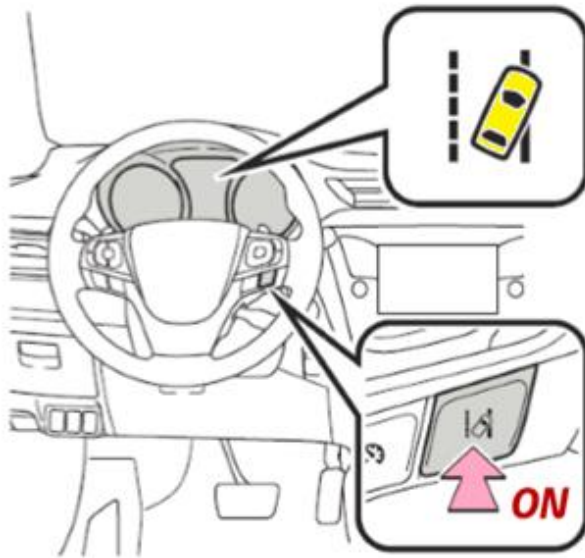
dastamaan ajoneuvon nopeutta noin 30 kilometriä tunnissa, riippuen ympäristön olosuhteista. Järjestelmä ei välttämättä aktivoidu, jos kaasupoljinta painetaan voimakkaasti tai ohjauspyörää käännetään, koska järjestelmä voi tulkita tilanteen kuljettajan suorittamaksi väistöliikkeeksi. Jos kuljettaja reagoi tilanteeseen jarruttamalla, eikä automaattista hätäjarrutusta ole tarpeen kytkeä toimintaan, käytetään PBA-järjestelmää jarrutusvoiman lisäämiseksi. Törmäyksen ennakoivan järjestelmän testaaminen liikenteessä ei ole suotavaa. (Toyota-Tech 2016.)

3.3.3 Kaistanvaihtohälytinjärjestelmä

Kaistanvaihtohälytinjärjestelmä käyttää kaupunkiajon ennakoivan turvallisuusjärjestelmän tunnistimen kameraa tienpinnan kaistamerkintöjen tunnistamiseen ja kytkee kaistanvaihtovaroittimen tarvittaessa. Järjestelmä ei estä ajoneuvoa poistumasta kaistalta, vaan ainoastaan varoittaa kuljettajaa keltaisella kaistaviivan merkkivalolla (kuvio 7) ja summerin äänimerkillä. Järjestelmä kytketään tai poistetaan käytöstä ohjauspyörän painikkeella, jossa on LDA-symboli (kuvio 7). (Toyota-Tech 2016.) Järjestelmän oikean toiminnan varmistamiseksi ajoneuvon jousitusta ei ole suotavaa muuttaa tai asentaa esimerkiksi lisävaloja ja valoteleitä (Martansaari 2017).

Kaistanvaihtohälytin järjestelmä toimii kun seuraavat ehdot täyttyvät:

- Kaistanvaihtohälyttimen kytkin on kytketty ON-tilaan.
- Ajonopeus on järjestelmän toiminta-alueella, vähintään noin 50 km/h.
- Kaista on tunnistettu, toimintakaistan leveys noin 3 metriä tai enemmän.
- Suuntavilkkua ei käytetä.
- Järjestelmässä ei ole havaittu toimintahäiriöitä.
- Toimintasäde oikea, suora tie tai loiva mutka jonka säde on vähintään noin 150 metriä. (Toyota-Tech 2016.)



Kuvio 7. LDA-merkkivalo ja katkaisija. (Martansaari 2017.)

3.3.4 Liikennemerkkien tunnistusjärjestelmä

Kaupunkiajon ennakoivan turvallisuusjärjestelmän tunnistinta käytetään liikennemerkkien tunnistamiseen ja liikennemerkkien tunnistusjärjestelmää puolestaan tietojen näyttämiseen monitoiminäytöllä. RSA-järjestelmä tunnistaa eri valtioiden Wienin yleissopimuksen mukaiset liikennemerkkit. Järjestelmän tarkoituksena on parantaa liikenneturvallisuutta helpottamalla kuljettajan toimintaa tilanteissa, joissa nopeusrajoitus vaihtelee. Järjestelmä näyttää monitoiminäytöllä ilmoituksen nopeusrajoituksesta tai sen päättymisestä, ylinopeus ilmoitetaan merkkisymbolilla ja summerin äänimerkillä (kuvio 8). Huomautusnopeus ja -ilmoitus sekä summerin käyttö ovat käyttäjän kustomoitavissa. RSA-järjestelmä tunnistaa myös ohituskielto- ja ohituskielo päätty- merkit. Ohituskiellon ilmoitus näytetään vilkkuvana symbolina merkkiäänäen kera. Kuljettajan on luonnollisesti itse tarkastettava liikennemerkkit ajon aikana, koska järjestelmän toiminta saattaa olla virheellistä tai estynyttä muun muassa seuraavissa tilanteissa:

- Tunnistimen suuntaus poikkeaa tavallisesta.
- Ajoneuvo ohittaa liikennemerkkin liian nopeasti.
- Tuulilasissa, tunnistimen edessä, on epäpuhtauksia.

- Sääolosuhteet ovat huonot, kuten rankkasade.
- Vastakkaisesta suunnasta tuleva valonlähde, kuten auringonvalo.
- Liikennemerkki on erittäin likainen, vaurioitunut, peitetty tai näkyvyys muuten estynyt.
- Elektronisen merkinantovälineen kontrasti on huono.
- Edellä ajavan ajoneuvon takaosaan kiinnitetty tarra saatetaan tunnistaa liikennemerkiksi. (Toyota-Tech 2016.)

Huomattavaa on myös, että järjestelmä ei tunnista taajamamerkkejä, ja väärä nopeusrajoitus saattaa jäädä näkyviin (Martansaari 2017).



Kuvio 8. Ylinopeuden varoitus ja rajoitusalue. (Martansaari 2017.)

3.3.5 Kaukovaloautomaattikajärjestelmä

Ajoneuvossa käytetään lähivaloina LED-ajovaloja, joiden syttymisviive on lyhyt ja niiden käyttöikä on pitkä. Kaukovaloautomaattikka avustaa kuljettajaa ajettaessa pimeällä, tunnistuen edessä olevan tai vastaan tulevan ajoneuvon valot ja vaihtaa automaattisesti kauko- ja lähivalojen välillä. (Toyota-Tech 2016.) Järjestelmä kytkee kaukovalot, jos valonvaihtokytkin on automaattiasennossa, kaukovalot kytettyinä ja valotunnistin tunnistaa ympäristön valoisuuden riittävän hämäräksi. Järjestelmän toiminta vaatii myös tietyn ajonopeuden, joka mallista riippuen voi olla esimerkiksi yli 40 kilometriä tunnissa. Lisäksi ajoneuvon edessä ei saa olla valon-

lähteitä, kuten ajoneuvon ajo- tai takavalvoja. Järjestelmä kytkee lähivalot, kun ajonopeus laskee riittävän alhaiseksi, peruutusvaihte on kytkettynä tai anturit havaitsevat valonlähteitä. (Martansaari 2017.)

Korin pää-ECU kytkee päälle tai pois tarpeen mukaan ajovalot, takavalot, seisontavalot ja rekisterikilven valot. Ajoneuvossa sekä lähi- että kaukovalot ovat LED-tyyppisiä ja wattiluvultaan 25. LED-tyyppisten seisontavalojen wattiluku on 0,4 ja päivävalojen 4,9. (Toyota-Tech 2016.)

4 OPETUSMATERIAALIN TUOTTAMINEN

4.1 Luento-opetus

Opetuksen teoriaosuus suoritetaan pääasiassa luento-opetuksena, jolloin koko ryhmä on läsnä. Luennolla käytetään havainnollistamiseen audiovisuaalista materiaalia. Av-materiaali on Power Point -muodossa, joka esitetään videoprojektorilla käyttäen. Luennon av-materiaali noudattaa osittain behavioristista oppimismäkemystä opettajan siirtäessä tietoa muuttumattomana oppilaille ja oppimisen edetessä yksinkertaisesta monimutkaisempaan kokonaisuuteen. Oppilaiden aktivoimiseksi ja mielenkiinnon herättämiseksi materiaalin tuottamisessa on huomioitu kognitiivisen oppimismäkemysseikkoja. Materiaaliin on sisällytetty kohtia, joissa opettajalla on mahdollisuus täydentää luento-opetusta opetuskeskustelulla tai kyselevällä opetuksella. Esimerkiksi diaesityksen alkuun on mahdollisuuksien mukaan asetettu uutta aihetta pohjustava tai edellistä aihetta kertaava kysymys. Täten saadaan opetuksesta aktiivista toimintaa, jossa oppilas voi toimia itsenäisesti ajattelijana. Kyselevän opetuksen periaate on käytettävissä myös kirjallisena esimerkiksi kokeeseen kertaamisessa, jossa kukin oppilas saa tehdä kysymyksen koealueesta.

Diaesityksien layout pyrittiin pitämään mahdollisimman yksinkertaisena. Esityksien runkona käytettiin pelkistettyä pohjavaihtoehtoa, joka kustomoitiin sopivaksi. Esimerkiksi alun perin tummanharmaat kirjasinvärit muutettiin mustiksi ja kirjasinkokoa suurennettiin luettavuuden parantamiseksi. Esityksiin on liitetty tarvittava määrä kuvia ja videoita havainnollistamaan käsiteltävää asiaa. Kuvien, videoiden ja erityisesti tekstin määrä on pidetty maltillisena, koska av-materiaali on vain opetuksen tukimateriaali, eikä se saa viedä huomiota itse opetuksesta. Materiaalia suunniteltaessa huomioitiin Paradin tutkimuksen ja Sorrin sivuston seikkoja sekä yleisiä av-materiaalin käytön ohjeita.

Vaikeasti omaksuttavien asioiden, kuten hybridijärjestelmän komponenttien, opiskelussa diaesityksessä kulkee jatkuvasti mukana järjestelmän periaatekuva, josta käsiteltävä komponentti on korostettu. Kirjoittajan oma huomio on, että monissa materiaaleissa kyseistä järjestelmää käsiteltäessä täytyy usein palata edellisiin

dioihin kokonaisuuden ymmärtämiseksi. Videomateriaalin säilytykseen ei käytetty ulkopuolista palvelua, vaan ne on integroitu esitykseen, toimintavarmuuden ja itsenäisen kokonaisuuden säilyttämisen takia. Videoita käytetään havainnollistamaan järjestelmien toimintaa ja käyttöä. Videot toimivat huomattavasti puhetta ja kuvia tehokkaammin esimerkiksi PCS-järjestelmän sammuttamista havainnollistettaessa. Opettaja Mikkilän mukaan asentajan tulisi osata neuvoa asiakkaalle järjestelmien oikeaa käyttöä, käyttäjävirheiden välttämiseksi. Esimerkkinä tuotetusta materiaalista on tämän raportin liitteenä 1 nähtävillä yhden diaesityksen materiaali.

4.2 Toiminnallinen harjoittelu

Koska luento-opetus esittävänä opetuksena sopii erityisesti auditiiviselle ja visuaaliselle oppijalle, on kinesteettisten oppilaiden tarpeita huomioitu suunnittelemalla toiminnallista harjoittelua sen tueksi. Toiminnallisen harjoittelun oppimisenäkemys on konstruktivinen, jossa oppija mahdollisimman itseohjautuvasti tulkitsee havaintojaan aikaisempien luennolla opittujen tietojen pohjalta. Harjoittelu suoritetaan korjaamohallissa tai koeajolla. Materiaali on suunniteltu pienryhmätyöskentelyä ajatellen, mutta käytännössä opetuksen muodon valitseminen on opettajan vastuulla.

Toiminnallinen harjoittelu sisältää muutaman opetusrastin, joiden suorittamiseksi oppilasryhmille jaetaan ohjemateriaali. Rasteja ovat komponenttien tunnistus ja etsiminen, Toyota-Tech-palvelun käytön opiskelu, ajoneuvon järjestelmiin tutustuminen ja säädöt sekä koeajo. Komponenttien tunnistus sisältää kaupunkiajon enakoivan turvajärjestelmän tunnistimen ja sen komponenttien paikannuksen. Lisäksi ajoneuvosta etsitään huoltoerotin, invertteri-muunninyksikkö, 12 voltin lisäakku sekä korkeajännitekaapeli ja tunnistetaan, kuinka korkeajännitteestä varoiteetaan. Oppilasryhmä tekee ohjemateriaaliin merkinnän löydettyään kohteet ja vastaa mahdollisiin kysymyksiin niille varattuun tilaan.

Ohjemateriaali ja kysymykset mahdollisimman lyhyitä, ettei se vie mielenkiintoa itse harjoittelusta. Vastausten kirjoittamiselle jätettiin vain vähän tilaa, koska niistä halutaan lyhyitä ja ytimekkäitä. Tehtävä on suoritettu hyväksytysti, kun raportti on läpikäyty opettajan kanssa. ToyotaTech-palvelun käyttöön annetaan oppilasryh-

mälle ennalta suunniteltu tehtävä, joka voi liittyä esimerkiksi kaupunkiajon ennakkoivan tunnistimen kalibrointiohjeen etsimiseen tai jonkin valitun komponentin kirstysmomenttien selvittämiseen. Tehtävämateriaalissa on kohta, johon ryhmä kirjoittaa lyhyesti vastuksensa ja esittelee sen opettajalle ennen rastin päättämistä. Järjestelmiin tutustuminen sisältää esimerkiksi FWC-järjestelmän varoitusajan muuttamisen ja RSA-järjestelmän huomautusten muuttaminen, jotka opettajan johdolla palautetaan lopuksi oletusarvoonsa. Koeajolla todetaan hybridijärjestelmän toiminta piha-alueella ja yleisellä tiellä. Ajoneuvoon asennetaan koeajokilvet ja opettaja varmistaa, että kuljettajalla on oikeus sekä riittävät kyvyt ja taidot kuljettaa ajoneuvoa liikenteessä. Koeajolla tarkkaillaan ajoneuvon polttoaineenkulutusta ja hybridijärjestelmän virrankulkua monitoiminäytöltä sekä vaihdetaan ajoneuvon käyttötilaa. Oppilaat tekevät huomioita, millaisissa tilanteissa sähköajo on mahdollista ja milloin polttomoottori otetaan käyttöön ajettaessa EV-mode-käyttötilassa. Havainnot tehdään myös RSA- ja LDA-järjestelmien toiminnasta. Liitteenä 2 on nähtävillä yksi toiminnallisen harjoittelun tehtävä.

5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tärkeimpänä tavoitteena oli opetusmateriaalin ja harjoitusten tuottaminen. Teoriaosuus koostuu pääasiassa opetusteknisistä seikoista, kuten aloituspalaverissakin oli määritelty. Erityisesti oppimismäkemyksen, oppimistyylien sekä av-materiaalin käytön ohjeistuksen tunteminen paransivat valmiuksia opetusmateriaalin tuottamiseen. Suurin osa työhön käytetystä ajasta kuluikin opetuksen perusteiden opetteluun sekä materiaalin hankintaan. Yllättävä seikka oli se, että kyseessä olleista ajoa avustavista järjestelmistä oli saatavilla melko vähäisesti lähdemateriaalia. Työn tekemistä helpotti mahdollisuus päästä tutustumaan ajo-neuvoon ja sen järjestelmiin käytännössä.

Opinnäytetyön tuloksena valmistui viisi diaesitystä, jotka sisältävät yhteensä 74 diaa ja tehtävämateriaali kolmeen toiminnallisen harjoittelun ryhmätyöhön. Diaesitykset toimivat luento-opetuksen tukimateriaalina ja tehtävämateriaalit toiminnallisen harjoittelun tukena. Diaesityksistä ja toiminnallisen harjoittelun tehtävistä valittiin kustakin yksi kappale tämän raportin liitteiksi. Työn suoritus onnistui hyvin ja aikamääreessä pysyttiin. Mikäli työn suorittamiselle olisi ollut enemmän aikaa, oltaisiin voitu perehtyä myös pysäköintiavustimen toimintaan tai tuottaa siitä opetusmateriaalia.

Opetusmateriaalia käyttävän opettajan on suositeltavaa lukea tämä opinnäytetyö ja hankkia muutakin pohjatietoa aiheesta pystyäkseen vastaamaan oppilaiden mahdollisesti esittämiin kysymyksiin. Tämä raportti sopii myös kaikkien sellaisten henkilöiden luettavaksi, jotka haluavat hankkia perustietoa opetuksesta, hybriditekniikasta tai ajoa avustavista järjestelmistä.

LÄHTEET

- Ahonen, H. 7.12.2005. Ajettua V70 Bi-Fuel. [Verkkoartikkeli]. Tiivistelmä artikkelista TM (22), 36. Helsinki: Otavamedia. [Viitattu 24.2.2017]. Saatavana: <https://tekniikanmaailma.fi/autot/ajettua/ajettua-volvo-v70-bi-fuel>
- Autoalan Keskusliitto ry. Ei päiväystä. Sähkötyöturvallisuuslaki muuttui 1.1.2017. [Verkkosivu]. [Viitattu 29.3.2017]. Saatavana: http://www.akl.fi/akl-sertifiointi_oy/sahkotyoturvallisuus_-_tyonsuorituksesta_vastaava_henkilo_ja_sfs_6002
- eNorssi. Ei päiväystä. Yhteistoiminnallinen oppiminen. eNorssi - Opettajankouluttajien yhteistyöverkosto. [Verkkosivu]. [Viitattu 7.3.2017]. Saatavana: <http://www.enorssi.fi/opetusmateriaalit/tyotapapankki-1/yhteistoiminnallinen-oppiminen>
- Euroopan unionin virallinen lehti. 2.3.2011. Kansainvälisillä sopimuksilla perustettujen elinten antamat säädökset. [Verkkojulkaisu]. Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomission (UNECE) sääntö nro 100. [Viitattu 17.2.2017]. Saatavana: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:057:0054:0085:FI:PDF>
- Hellström, M. 2008. Sata sanaa opetuksesta. Keskeisten käsitteiden käsikirja. Jyväskylä: PS-kustannus.
- JAMK. Ei päiväystä. Oppimiskäsitykset. [Verkkosivusto]. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. [Viitattu 9.2.2017]. Saatavana: <http://oppimateriaalit.jamk.fi/oppimiskasitykset/>
- Kananoja, R. 2015. Hybridiauton hankinta opetuskäyttöön. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Tekniikan yksikkö, konetekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Julkaisematon.
- Kettunen, J., Kiviniemi, K., Kurkela, L., Laitila, R., Lehtelä, P-L., Nissilä, S-P., Pietilä, M., Remes, P. & Viitala, T. 2006a. Oppimisnäkemykset. [Verkkojulkaisu]. Oulu: Oulun Ammatillinen opettajakorkeakoulu. [Viitattu 9.2.2017]. Saatavana: <http://www.oamk.fi/amok/oppimat/LO/Oppimisnakemys/index.html>
- Kettunen, M., Palvalehto-Silven, H., Penson, K., & Väyrynen, S. 2006b. Opetusmenetelmät opetuksen monipuolistajina. [Verkkojulkaisu]. Oulu: Oulun Ammatillinen opettajakorkeakoulu. [Viitattu 28.2.2017]. Saatavana: <http://www.oamk.fi/amok/oppimat/LO/Opetusmenetelmat/index.html>
- Koukonen, E. 2013. Hybridiajoneuvojen sähkötyöturvallisuus korjaamalla. [Verkkojulkaisu]. Metropolia Ammattikorkeakoulu, auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 17.2.2017]. Saatavana:

http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61541/Koukonen_Eetu.pdf?sequence=1

Koulutuskeskus Sedu. 2015a. Organisaatio ja toimintatapa. [Verkkosivusto]. Seinäjoki: Koulutuskeskus Sedu. [Viitattu 3.2.2017]. Saatavana:

<http://www.sedu.fi/fi/Tietoa-Sedusta/Organisaatio-ja-toimintatapa>

Koulutuskeskus Sedu. 2015b. Ajoneuvoasentaja. [Verkkosivusto]. Seinäjoki: Koulutuskeskus Sedu. [Viitattu 3.2.2017]. Saatavana:

<http://www.sedu.fi/fi/Hae-opiskelemaan/Koulutustarjonta/Ajoneuvoasentaja>

Kurki, M. & Mäki-Komsi, S. 1996. Oppiminen tietokoneavusteisessa oppimisympäristössä. Etäkamu-raportti. [Verkkojulkaisu]. Tampereen yliopiston täydennyskoulutuskeskus. Raportti. [Viitattu 9.2.2017]. Saatavana:

<http://matwww.ee.tut.fi/kamu/julkaisut/raportit/oppimi.htm>

L 21.8.1998/630. Laki ammatillisesta peruskoulutuksesta.

Lavonen, J., Meisalo, V. & al. Ei päiväystä. Kysymysten tekeminen. [Verkkosivusto]. Helsinki: Helsingin yliopisto. Kasvatustieteellinen tiedekunta. [Viitattu 6.3.2017]. Saatavana:

<http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/kokeel/kyselem/index.htm>

Linja-aho, V. 2013. Sähkö- ja hybridiajoneuvojen sähkötyöturvallisuus. Autoalan Koulutuskeskus Oy.

M 39/011/2014. 2014. Ammatillisen perustutkinnon perusteet. Autoalan perustutkinto 2014. Helsinki: Opetushallitus.

Martansaari, T. 10.3.2017. Auris-materiaalipyyntö. [Henkilökohtainen sähköposti]. Vastaanottaja: Petri Pikkutupa. [Viitattu 14.3.2017].

Paradi, D. Ei päiväystä. Latest Annoying PowerPoint Survey Results. Results of the 2015 Annoying PowerPoint survey. [Verkkosivu]. [Viitattu 7.3.2017]. Saatavana: <http://www.thinkoutsidetheslide.com/free-resources/latest-annoying-powerpoint-survey-results/>

Peda.net. 2013. Oppimistyyli. [Verkkosivusto]. Viitattu [6.2.2017]. Saatavana:

<http://peda.net/veraja/siilinjarvi/ahmo/tiedottaminen/opo/oppiminen/oppimistyyli>

Peltonen, H., Perkkiö, J. & Vierinen, K. 2007. Insinöörin (AMK) fysiikka osa 2. 7. painos. Lahti: Lahden Teho-Opetus Oy.

Rönkkö, M. & Heikkilä, P. 2006. Opetusmenetelmät opetuksen monipuolistajina. [Verkkojulkaisu]. Oulu: Oulun Ammatillinen opettajakorkeakoulu. [Viitattu 3.3.2017]. Saatavana:

<http://www.oamk.fi/amok/oppimat/LO/Opetusmenetelmat06a/html/johdanto.html>

- SFS 6002. 2015. Sähkötyöturvallisuus. 3. painos. Helsinki: Suomen Standardisoi-
misliitto.
- Saariaho, R. 2005. PS3 – Ihmisen tiedonkäsittelyn perusteet. Informaation vas-
taanotto ja sisäiset mallit. [Verkkajulkaisu]. Otavan Opisto. [Viitattu 9.2.2017].
Saatavana:
http://opinnot.internetix.fi/fi/muikku2materiaalit/lukio/ps/ps3/1_tiedonkasittelyn_ja_elimiston_toiminnan_perusteet/04_skeemat?C:D=hNqw.gZ3J&m:selres=hNqw.gZ3J
- Saunamäki, A. 2011. Autotekniikan moduulin opintojaksojen uudistaminen. [Verk-
kojulkaisu]. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Tekniikan yksikkö, teknologia-
osaamisen johtamisen koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 6.2.2017]. Saa-
tavana:
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/38577/Saunamaki_Ari.pdf?sequ
ence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/38577/Saunamaki_Ari.pdf?sequence=1)
- Seitola, T., Tarvanen, V. & Hyyti, H. 2007. Oppimistyylin yhteys oppimiseen. Op-
piminen ja oppimisympäristöt – tutkielmaraportti, aihe 6. [Verkkajulkaisu]. [Vii-
tattu 6.2.2017]. Saatavana:
https://www.hyyti.fi/materiaali/070312_tutkielma_aihe6.pdf
- Sorri, T. 2016. Näin syntyy voittava PowerPoint-esitys. Case: Suomi-emoji Sak-
sassa. [Verkkosivu]. Espoo: Havain Oy. [Viitattu 8.3.2017]. Saatavana:
<https://www.havain.fi/hyva-powerpoint-esitys/>
- Toyota-Tech. 2016. Finnish Repair Manual (11/2012-->) (RM3044). Osanumero:
RM3044FI. [Verkkajulkaisu]. Toyota Motor Europe. Saatavana Toyota-Tech.eu-
palvelusta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Trafi. 2017. Uutinen. Ladattavat hybridit kasvattavat suosiotaan - täyssähköauto-
jen ensirekisteröintimäärät laskussa. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.2.2017]. Saata-
vana:
[https://www.trafi.fi/tietoa_trafista/ajankohtaista/4658/ladattavat_hybridit_kasvatt
avat_suosiotaan_-_tayssahkoautojen_rekisterointimaarat_laskussa](https://www.trafi.fi/tietoa_trafista/ajankohtaista/4658/ladattavat_hybridit_kasvattavat_suosiotaan_-_tayssahkoautojen_rekisterointimaarat_laskussa)
- Trafi. 2016. Uutinen. Yhä useampi hankkii vaihtoehtoisella käyttövoimalla toimivan
henkilöauton. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.2.2017]. Saatavana:
[https://www.trafi.fi/tietoa_trafista/ajankohtaista/4222/yha_useampi_hankkii_vaih
toehtoisella_kayttovoimalla_toimivan_henkiloauton](https://www.trafi.fi/tietoa_trafista/ajankohtaista/4222/yha_useampi_hankkii_vaihtoehtoisella_kayttovoimalla_toimivan_henkiloauton)

LIITTEET

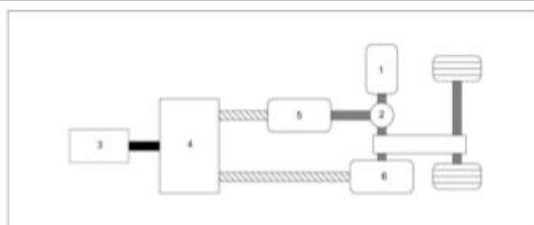
Liite 1. Diaesitys

Liite 2. Toiminnallisen harjoittelun tehtävä

LIITE 1. Diaesitys

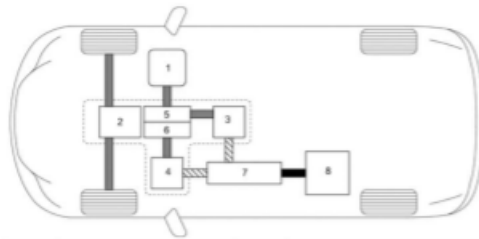


Auriksen hybridijärjestelmän tyyppi?



1	Moottori	2	Tehonjakoyksikkö
3	Korkeajänniteakku	4	Invertteri
5	Moottorigeneraattori 1	6	Moottorigeneraattori 2
■	Tasavirta	▨	Vaihtovirta
⋯	Mekaaninen voima		

Toyota-hybridijärjestelmä II (THS-II)

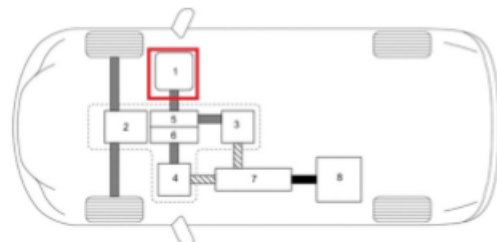


- Toteutettu sarjarinnakkaishybriditeknikalla

1	Moottori	2	Tehonsiirtoyksikkö
3	Moottorigeneraattori 1	4	Moottorigeneraattori 2
5	Tehonjakoyksikkö (planeettapyörästöyksikkö)		
6	Alennusvaihteen planeettavaihteyksikkö (planeettapyörästöyks.)		
7	Inverteri-muunninoyksikkö	8	Korkeajänniteakku
■	Tasavirta	▨	Vaihtovirta
■	Mekaaninen voima		

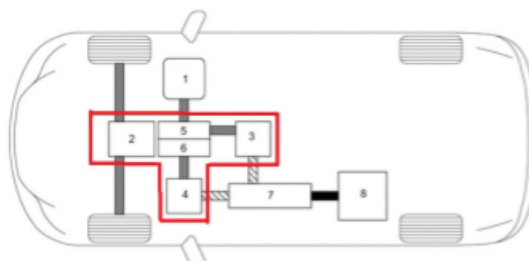
Moottori 2ZR-FXE

- 1,8 litrainen 4-sylinterinen 16 venttiilinen bensiinimoottori
- Atkinson-sykli ([Youtube-video](#))
- VVT-i –tekniikka
- Jakopää ketjulla
- Sähköinen vesipumppu
- EGR

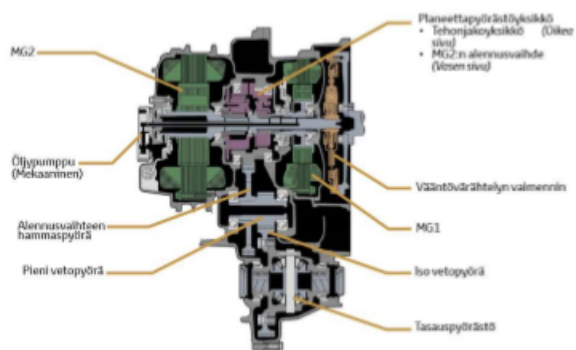


Tehonsiirtoyksikkö P410

- Käyttää portaaton automaattivaihteistoa planeettapyöräyksiköllä

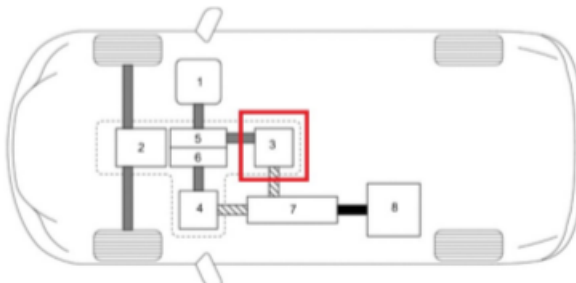


Tehonsiirtoyksikkö P410



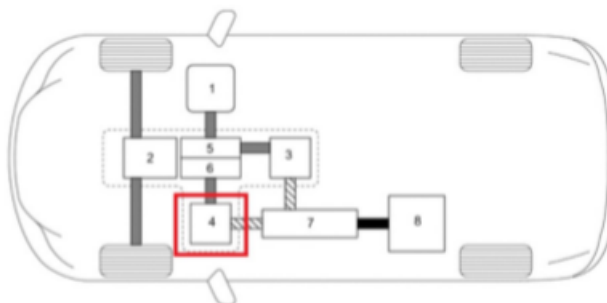
Moottorigeneraattori 1 (MG1)

- Polttomoottorin käynnistys
- Sähkön tuotto

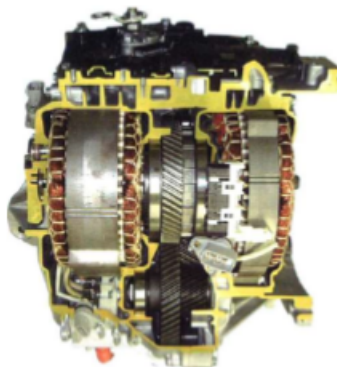


Moottorigeneraattori 2 (MG2)

- Auton vetävien pyörien käyttö
- Sähkön tuotto

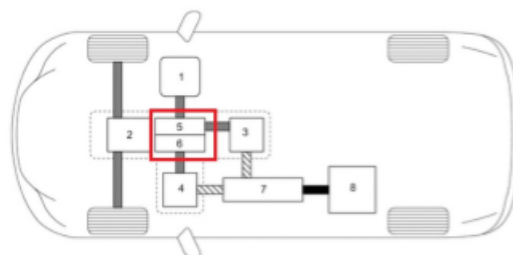


Moottorigeneraattorit



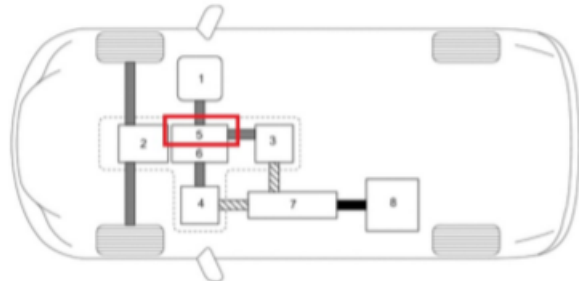
Planeettapyörästöyksikkö

- Sisältää tehonjakoyksikön ja alennusvaihteen planeettavaihteyksikön
- Yhdistää polttomoottorin ja moottorigeneraattorit



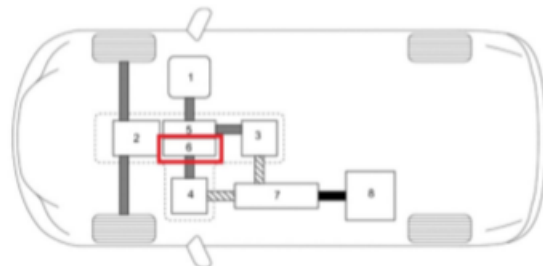
Tehonjakoyksikkö

- Liittää polttomoottorin järjestelmään
- Jakaa sen käyttövoiman vetävien pyörien ja MG1:n generaattorikäyttöön

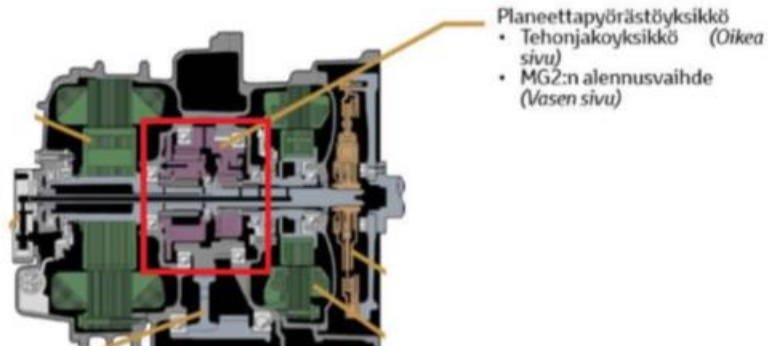


Alennusvaihteen planeettavaihdeyksikkö

- Vähentää nopeakäyntisen MG2:n pyörintänopeutta
- Sovittaa nopeuden optimaaliseksi planeettapyörästöyksikölle

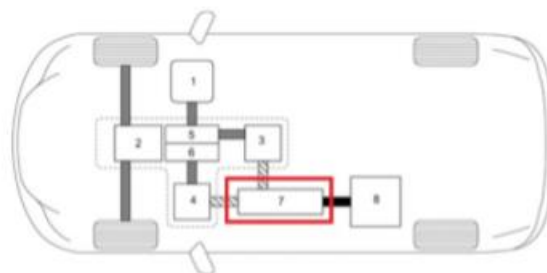


Planeettapyörästöyksikkö



Invertteri-muunninyksikkö

- Muuntaa korkeajänniteakun 201,6 voltin jännitteen magneettigeneraattoreille sopivaksi 650 voltin jännitteeksi
- Myös 14V DC/DC
- Moottoritilassa

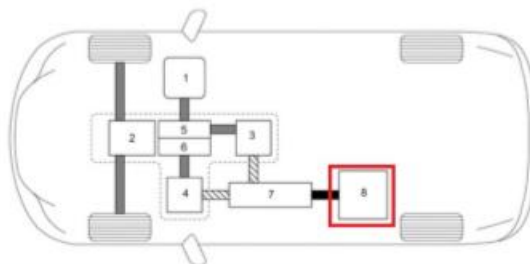


Invertteri-muunninyksikkö



Korkeajänniteakku

- Nikkelimetallikorkeajänniteakku
- 28 akkumoduulia, joissa kussakin 6 kpl 1,2 voltin kennoa
- 201,6 voltia
- Takapenkin alla
- 12 V akku takakontissa



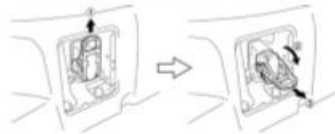
Korkeajänniteosat

- Väriltään oransseja
- Varustettu varoitustarroin



Huoltoerotin

- Korkeajänniteakun irrotus muusta järjestelmästä
- Sisältää korkeajännitepiirin pääsulakkeen
- Huom! Jännitteettömäksi tekeminen on suoritettava aina mallikohtaisten ohjeiden mukaan
- Katso Toyotan ohjeet Toyota-Tech-sivustolta

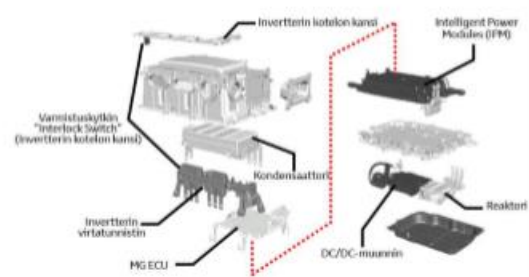


Interlock-piiri

- Korkeajännitekomponentit sisältävät turvakytkimiä
- Esim. invertteri-muunninyksikön kansi

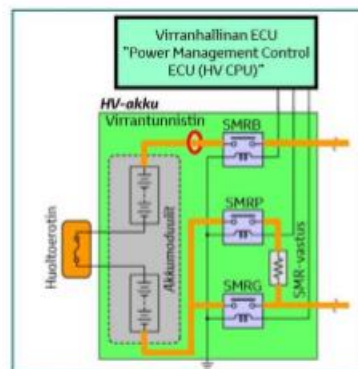
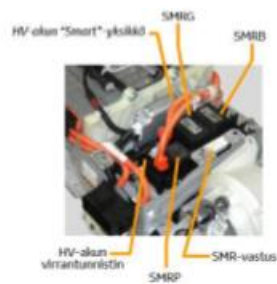


Invertterin liitännöiden kansi



SMR-releet

- Katkaisevat korkeajännitteen eri tilanteissa



Ajoneuvon tunnistaminen

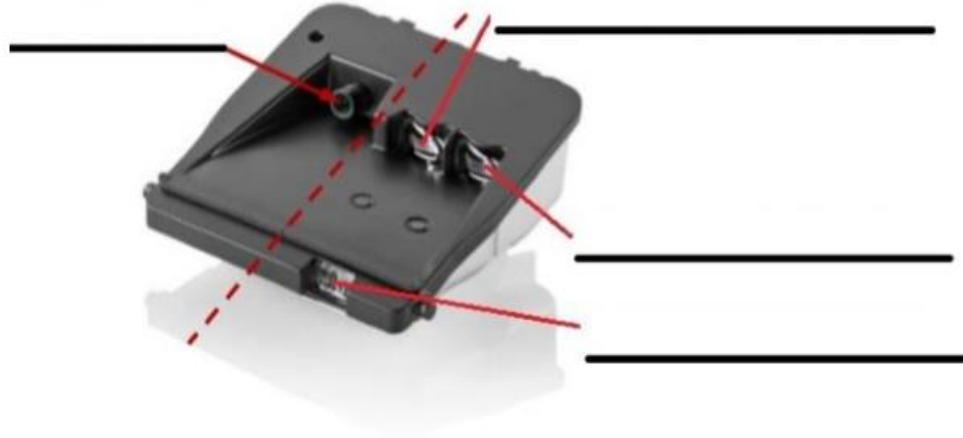
- VIN- numeron avulla



Liite 2. Toiminnallisen harjoittelun tehtävä

Toyota Auris Komponenttien tunnistus

1. Etsi ajoneuvosta PCS-järjestelmän tunnistin ja nimeä sen osat kuvaan:



2. Miten seuraava kuva liittyy PCS-järjestelmän tunnistimeen?



Vastaus:

Toyota Auris
Komponenttien tunnistus

4. Etsi huoltoerotin. Mistä se löytyi ja mikä sen tehtävä on?

Vastaus:

5. Etsi 12 voltin akku. Mistä se löytyi ja miten sitä ladataan?

Vastaus:

6. Etsi invertteri-muunninyksikkö. Mistä löytyi ja mitä tarkoittaa siihen liittyvä interlock-piiri?

Vastaus:

7. Mistä tunnistat korkeajännitekaapelit ja korkeajännitekomponentit?
