

Opinnäytetyö (AMK)

Insinööri (AMK), ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

2026

Miika Gustafsson

# Moottoritekniikan kurssin oppimateriaalin päivitys

– Autoinsinöörien muuttuvat osaamistarpeet



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

Maaliskuu 2026 | 25 sivua

Miika Gustafsson

## Moottoritekniikan kurssin oppimateriaalin päivitys

- Autoinsinöörien muuttuvat osaamistarpeet

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tehdä uudelleen Turun Ammattikorkeakoulussa opetettavan Moottoritekniikka ja päästöjen hallinta-kurssin oppimateriaali. Materiaalin päivitys oli tarpeen, sillä aikaisemmassa materiaalissa oli joiltain osin vanhentunutta tai virheellistä tietoa. Moottoritekniikka ja päästöjen hallinta- kurssi on sisällöltään erittäin keskeinen autoinsinöörin opinnoissa, joten sen oppimateriaalinkin tulisi olla nykyaikaan päivitettyä. Uuteen materiaaliin sisältyy kattavasti polttomoottoritekniikkaan liittyviä asiakokonaisuuksia, joita koostaessa on otettu huomioon autoalan nopea kehitys ja alalla työskentelevien muuttuneet osaamistarpeet.

Autotekniikka, ja samalla polttomoottoritekniikka on viime vuosikymmeninä kehittynyt nopeasti, ja kehittyä edelleen. Siitä syystä alalla työskenteleviltä vaaditaan entistä syvempää teknistä tietämystä ja silloin voidaan puhua muuttuneista osaamistarpeista. Osana tätä raporttia tehtiin selvitys, mitä ne muuttuneet osaamistarpeet oikeastaan ovat. Millaiset asiat ovat muuttuneet autokorjaamolla työskentelevän henkilön näkökulmasta viimeisen 20 vuoden aikana? Miten modernien autojen polttomoottorit poikkeavat vanhemmista moottoreista ja miten se näkyy korjaamoiden arjessa?

Asiasanat:

moottoritekniikka, opetusmateriaali, polttomoottorit

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Automotive Engineering

March 2026 | 26 pages

Miika Gustafsson

## Updating the learning material of the internal combustion engine technology course

- changing skill requirements of automotive engineers

The subject of this thesis was to redo the learning materials for the Engine Technology and Emissions Management course taught at Turku University of Applied Sciences. The materials needed updating because some of the information in the previous materials was outdated or incorrect. The content of the Engine Technology and Emissions Control course is very important in automotive engineering studies, so the learning materials should also be updated to reflect current developments. The new material comprehensively covers topics related to combustion engine technology, and its contents consider the rapid development of the automotive industry and the changing skill requirements of those working in the field.

Automotive technology, and combustion engine technology in particular, has developed rapidly in recent decades and continues to evolve. For this reason, those working in the field are required to have deeper technical knowledge, which means that the skills requirements have changed. As part of this report, a study was conducted to determine what these changing skill requirements are. What has changed from the perspective of a person working in a car repair shop over the last 20 years? How do the engines of modern cars differ from older engines, and how this is reflected in the everyday work of repair shops?

Keywords:

engine technology, learning material, internal combustion engine

# Sisältö

<b>Käytetyt lyhenteet tai sanasto</b>	<b>5</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>6</b>
1.1 Tutkimuksen tausta	6
1.2 Tutkimusmenetelmä ja tutkimusaineisto	7
<b>2 Polttomoottoritekniikan kehitys</b>	<b>9</b>
2.1 Polttomoottorien ominaistehon ja -vääntömomentin kasvun tekninen toteutus	9
2.2 Ominais­tehon ja -vääntömomentin kasvun vaikutus moottorin muihin tunnus­lukuihin	13
2.3 Nykyaikaisten polttomoottorien käyttöikä ja vikaantumiskohteet	15
2.4 Autoinsinöörien muuttuvat osaamistarpeet autokorjaamoilla	17
<b>3 Tulokset</b>	<b>20</b>
3.1 Uudistettu oppimateriaali	20
3.2 Autoalalla työskentelevien muuttuneet osaamistarpeet	20
<b>4 Tulosten arviointi</b>	<b>22</b>
4.1 Moottoritekniikka ja päästöjen hallinta- kurssin uudistettu oppimateriaali	22
4.2 Selvitys autoinsinöörien muuttuvista osaamistarpeista	22
<b>5 Yhteenveto</b>	<b>24</b>
<b>Lähteet</b>	<b>25</b>

## Käytetyt lyhenteet tai sanasto

Detonaatio	Polttoaine-ilmaseoksen räjähtäminen moottorin palotilassa
DPF	Diesel Particulate Filter eli hiukkassuodatin
Euro- päästöluokitus	EU alueen standardi ajoneuvojen päästöille
MEP	Mean Effective Pressure, tehollinen keskipaine
PAUTOS	Turun Ammattikorkeakoulun ajoneuvo- ja kuljetustekniikan insinöörien opintoryhmä
YKK	Polttomoottorin männän yläkuolokohta

# 1 Johdanto

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Moottoritekniikka ja päästöjen hallinta- kurssi kuuluu ajoneuvo- ja kuljetustekniikan insinöörien opetussuunnitelmaan pakollisena kurssina ja sen laajuus on viisi opintopistettä. Kurssin keskeisimpinä aihealueina ovat polttomoottorin rakenne, tunnuslukujen laskenta, polttoaineen palaminen polttomoottorissa ja pakokaasupäästöt. Toteutustapaan sisältyy n. 40 tuntia luokahuoneopetusta, neljä harjoitustyötä ja lopputentti. Kurssin luentomateriaalina on käytetty kymmentä eri PowerPoint- asiakirjaa, joissa on yhteensä 300 sivua. Materiaalien alkuperäinen luontipäivä on vuoden 2000 alussa, josta lähtien niitä on osittain päivitetty useiden eri henkilöiden toimesta. Viimeisin päivitys materiaaleihin on tehty vuonna 2022, ja tässä päivityksessä lisättiin ja ajankohtaistettiin tietoa mm. päästömittauksista, päästöjen puhdistuksesta ja polttomoottorin ahtamisesta. Kyseiset lisäykset teki opinnäytetyönään autotekniikan AMK- insinööri Allar Lint. (Turun Ammattikorkeakoulu, Ajoneuvo- ja kuljetustekniikan opetussuunnitelma 2025; Turun Ammattikorkeakoulu, Moottoritekniikka ja päästöjen hallinta- kurssin sisältöseloste 2026.)

Itse käydessäni kyseisen kurssin vuonna 2023 koin luentomateriaalit hieman sekaviksi ja jopa vaikeaselkoisiksi. Samanlaista palautetta tuli myös muilta PAUTOS- opiskelijaryhmiltä. Lisäksi ajoneuvoteknologian kehittyessä nopeasti, myös oppimateriaaleja täytyy päivittää yhä useammin.

Autoteollisuus on jo jonkin aikaa siirtynyt pois polttomoottorien käytöstä ja Suomessakin liikenteessä olevien sähköautojen määrä on moninkertaistunut. Esimerkiksi vuonna 2015 Suomessa tieliikenteessä oli 1800 kpl täyssähköautoja, ja vuonna 2024 niitä oli liikenteessä jo 129 000 kpl. Samalla aikavälillä liikennekäytössä olevien polttomoottoriautojen määrä oli kuitenkin pysynyt kutakuinkin samana eli noin 3,8 milj. kappaletta. Suomessa liikennekäytössä olevien autojen keski-ikä vuoden 2024 tiedon mukaan on 13,6

vuotta ja tuon iän odotetaan jatkossakin nousevan, kuten se on tehnyt jo vuodesta 2008 (Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, 2024.)

Kun autojen polttomoottoritekniikka jatkuvasti kehittyy, mutta autokanta ei uudistu yhtä nopeasti, se johtaa tilanteeseen, jossa jälkimarkkinoiden piirissä on yhä modernimpia ja teknillisesti kehittyneitä, mutta ikääntyviä polttomoottoreita. Modernien polttomoottoreiden korjaustyöt ja diagnostiikka on monin kerroin haastavampaa, kuin esimerkiksi 2000- luvun alun autojen moottoreiden. Polttomoottoreihin liittyvää osaamista ei siis autokannan sähköistyessä kannata sivuuttaa, vaan päinvastoin siihen kannattaa panostaa oppilaitoksissa ja työpaikoilla entistä enemmän. Työn perimmäisenä tavoitteena on moottoritekniikan kurssin materiaaleja päivittämällä innostaa autoinsinööriopiskelijoita perehtymään polttomoottoritekniikkaan syvemmin kurssin aikana sekä myös kurssin päättymisen jälkeen.

## 1.2 Tutkimusmenetelmä ja tutkimusaineisto

Tutkimuksen pääasiallisena tavoitteena oli kerätä luotettavaa ja ajankohtaista tietoa moottoritekniikasta ja polttomoottorien päästöjen hallinnasta, jotta kurssin laajuus huomioiden saataisiin koostettua mahdollisimman kattavat opetusmateriaalit. Oppimateriaaleja tehdessä huomioitiin Turun Ammattikorkeakoulun asettamat oppimistavoitteet. Niiden lisäksi käytiin useampia keskusteluja kyseistä kurssia pitäneiden opettajien kanssa, ja heidän näkemyksensä kurssin sisällöstä sekä painotettavista asiakokonaisuuksista otettiin huomioon.

Kurssin opetusmateriaalin kehittämisessä hyödynnettiin laaja-alaista perustutkimusta, jonka avulla pyrittiin syventämään ymmärrystä kurssin keskeisistä teemoista. Pääasiallisena lähdeaineistona toimi Bosch Automotive Handbook sekä Moottoritekniikka ja päästöjen hallinta -kurssin aiemmat oppimateriaaliversiot. Täydentävää tietoa haettiin internetistä. Tutkimuksen empiirinen osa keskittyi nykyaikaisten polttomoottorien rakenteellisten ratkaisujen, vikaantumismekanismien ja ennakoivan huollon tarkasteluun.

Empiirisen aineiston keräysmenetelminä käytettiin sekä dokumenttianalyysia että teemahaastatteluja. Dokumenttianalyysiin käytetyt lähteet löytyivät verkkohakujen avulla. Ajoneuvotekniikkaan liittyvää tietoa löytyy valtavasti keskustelufoorumeilta, mutta niissä keskustelut saattavat pohjautua ihmisten havaintoihin ja kokemuksiin, eikä niitä tietoja voi pitää luotettavina ilman varmennusta ja perustelua. (Hirsjärvi & Remes 1997, s. 19) Haastattelut toteutettiin sähköpostitse ja haastateltavina oli Suomessa autokorjaamoilla työskenteleviä autoalan asiantuntijoita. Haastattelupyyntö lähetettiin yhteensä seitsemälle eri organisaation edustajalle, joista loppujen lopuksi kolme vastasi. Haastattelujen tavoitteena oli saada käytännönläheistä näkemystä moottoritekniikan kehityksestä sekä sen vaikutuksista alan ammattilaisten työhön. Haastattelut suunniteltiin puolistrukturoiduiksi, jolloin asiantuntijoille esitettiin ennalta määritellyt avokysymykset, mutta vastauksissa oli tilaa myös vapaamuotoiselle pohdinnalle. Haastattelun kysymykset olivat seuraavat:

1. Miten moottoriin liittyvät diagnostiikka- ja korjaustyöt ovat muuttuneet viimeisen 20 vuoden aikana mekaanikon näkökulmasta?
2. Näkyykö moottoreiden teknillinen kehitys työnjohdon arjessa?
3. Onko moottoreissa jotain tiettyjä vikoja, joita ilmenee nimenomaan vuosimallin 2010 ja uudemmissa autoissa?
4. Onko moottorikorjauksiin liittyvän tiedon (esim. räjäytyskuvat, työohjeet, ohjeajat) saatavuus parantunut vai huonontunut vuosien varrella?

## 2 Polttomoottoritekniikan kehitys

### 2.1 Polttomoottorien ominaistehon ja -vääntömomentin kasvun tekninen toteutus

Polttomoottorien ominaisteho- ja vääntömomentti ovat kasvaneet merkittävästi viime vuosisadalta tähän päivään. Kuvassa 1 on esitetty polttomoottorien keskeisimpiä tunnuslukuja 1980- luvulta. Siihen on vaikuttanut mm. turboahtamisen yleistyminen, materiaalitekniikan kehitys sekä mikropiirien ja puolijohteiden kehitys, joka on mahdollistanut esimerkiksi polttoaineen suorasuihkutuksen.

moottorityyppi	kierros- nopeus min <sup>-1</sup>	puris- tus- suhde	tehoff. keski- paine bar	tila- vuus- teho kW/dm <sup>3</sup>	teho- paino kg/!kW	ominais- kulutus g/kWh	vääntö- mom. kasvu %
Ottomoottorit m-pyörät, 2-taht.	4500 ... 8000	7 ... 9	4 ... 6	30 ... 50	5 ... 2,5	600 ... 400	5 ... 10
4-taht.	5000 ... 9000	8 ... 11	7 ... 10	30 ... 70	4 ... 1	350 ... 270	5 ... 25
i-autot, imumoottorit	4500 ... 7500	8 ... 12	8 ... 11	35 ... 65	3 ... 1	350 ... 250	15 ... 25
ahdetut	5000 ... 7000	7 ... 9	11 ... 15	50 ... 100	3 ... 1	380 ... 280	10 ... 30
k-autot	2500 ... 5000	7 ... 9	8 ... 10	20 ... 30	6 ... 3	380 ... 270	15 ... 25
Dieselmoottorit h-autot, moottorit	3500 ... 5000	20 ... 24	6 ... 8	20 ... 30	5 ... 3	320 ... 240	10 ... 15
ahdetut	3500 ... 4500	20 ... 24	9 ... 12	30 ... 40	4 ... 2	290 ... 240	15 ... 25
i-autot, imumoottorit	2000 ... 4000	16 ... 18	7 ... 10	10 ... 15	9 ... 4	240 ... 210	10 ... 15
ahdetut	2000 ... 3200	15 ... 17	10 ... 13	15 ... 20	8 ... 3	230 ... 205	15 ... 30
ahd. ja välijähd.	1800 ... 2600	14 ... 16	13 ... 18	20 ... 25	5 ... 3	225 ... 195	30 ... 60

Kuva 1. Tunnuslukujen suuruusluokkia 1980- luvulta (Ikonen, 2019)

Polttomoottorin ominaisvääntömomentilla tarkoitetaan sitä, kuinka paljon vääntömomenttia kyseinen moottori tuottaa verrattuna sen iskutilavuuteen. Ominaisvääntömomentti lasketaan seuraavalla tavalla:

$$M_{\text{ominais}} = \frac{M}{V_i}$$

jossa

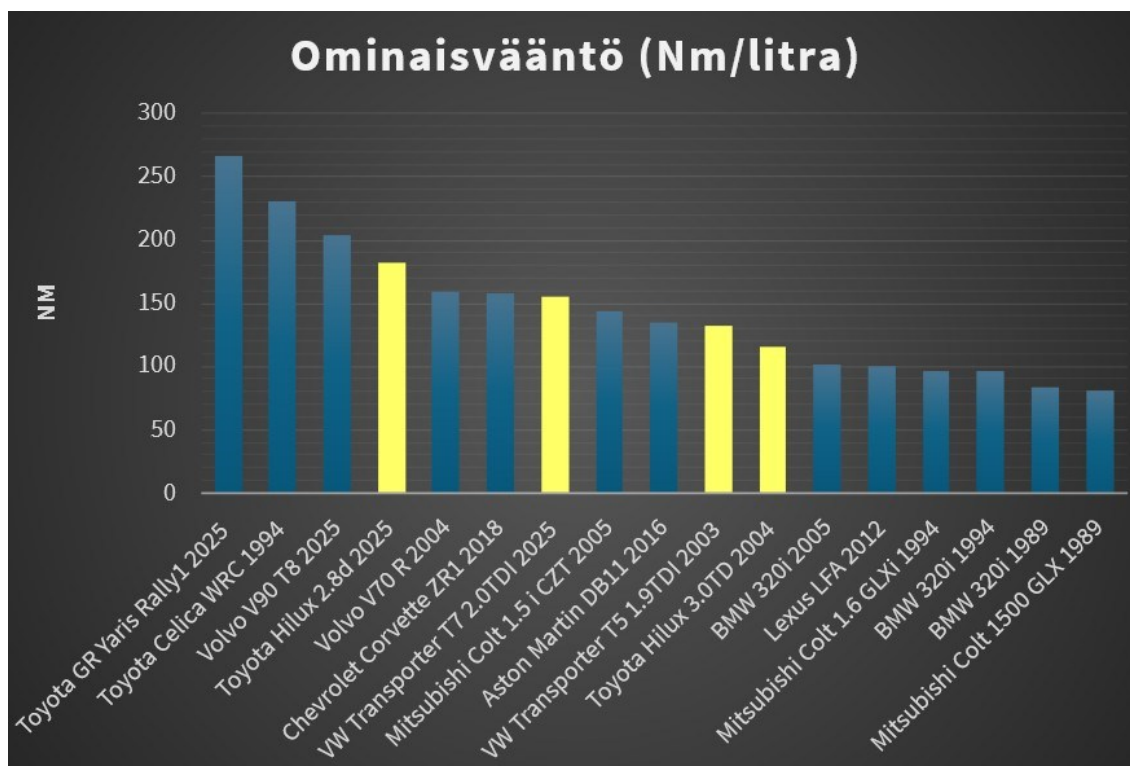
$M_{\text{ominais}}$  on moottorin ominaisvääntömomentti

$M$  on maksimivääntömomentti

$V_i$  on moottorin iskutilavuus

Osana oppimateriaalien tekoa laskettiin usean erilaisen polttomoottorin tunnuslukuja, kuten ominaisvääntömomenttia. Ominaisvääntömomentit on esitetty suuruusjärjestyksessä kuvassa 2. Turboahdettujen bensiinimoottorien ominaisteho ja -vääntömomentti on lähestulkoon aina vapaasti hengittäviä moottoreita suurempi. Tätä väitettä tukee se, että modernit bensiinimoottorit, varsinkin ne, joissa on pieni iskutilavuus, ovat useimmiten turboahdettuja. Turbohtaminen mahdollistaa suuremman tehon ja vääntömomentin ilman, että moottorin fyysistä kokoa tarvitsee kasvattaa. Ahtamistekniikoista turbohtaminen on ollut selkeästi yleisin. Siihen on monia syitä, esimerkiksi parempi polttoainetaloudellisuus, jonka seurauksena myös pakokaasupäästöt vähenevät, säädettävyyys ja parempi hyötysuhde, sillä turboahdin käyttää muutoin hukkaan menevää pakokaasuvirtauksen energiaa pyöriäkseen. (Mahmoudi & Khazaei & Ghazikhani, 2017; Universal Technical Institute Inc., 2025.)

Mikropiirien ja puolijohteiden kehityksellä oli myös suuri merkitys ominaistehojen ja -vääntömomenttien nousuun. Elektroniikkakomponenttien valmistustekniikka ja materiaalit kehittyivät nopeasti ja kehittyvät edelleen. Ne mahdollistivat myös autotekniikkaan entistä monimutkaisempia ohjausyksiköitä, antureita ja toimilaitteita. Merkittävimpiä yksittäisiä kehitysaskelaita olivat polttoaineen suihkutuksen ja myöhemmin suorasuihkutuksen, lambda-anturi, sähköinen kaasuläppä ja ilmamassamittari. Nykypäivän moottoriohjausyksiköt pystyvät käsittelemään suuren määrän dataa reaaliajassa, mikä mahdollistaa tarkemman polttoaineen annostelun, sytytyksen ajoituksen ja turbon ahtopaineen säätelyn.

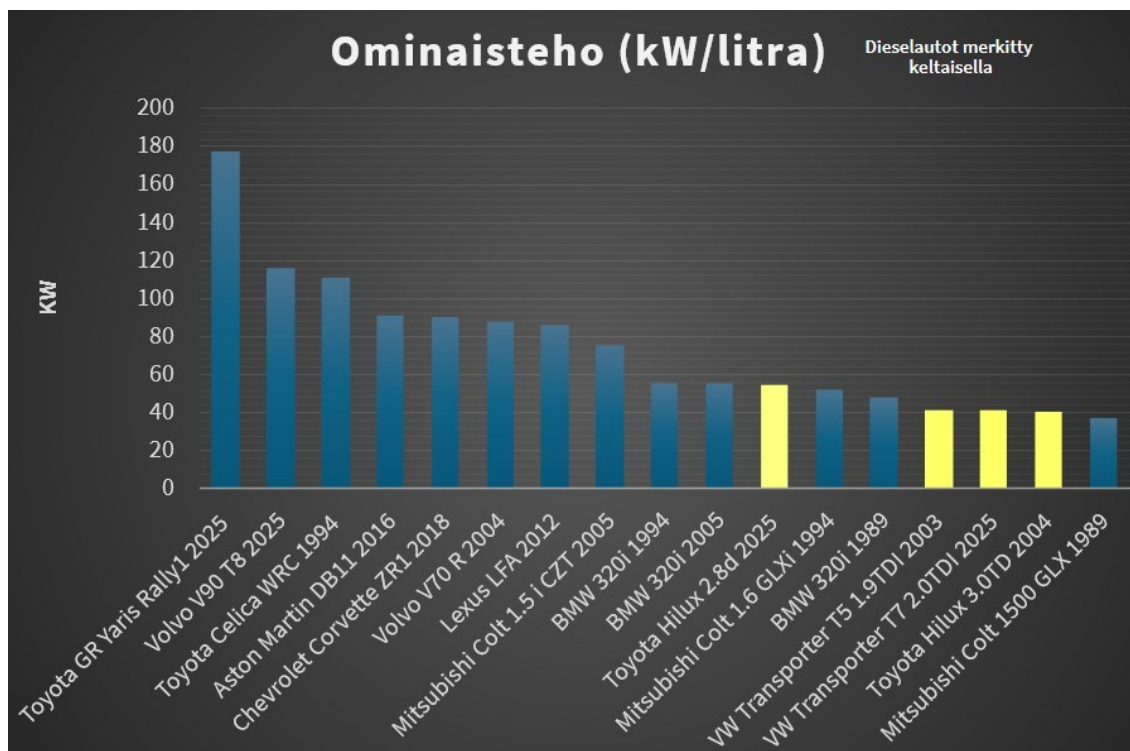


Kuva 2. Esimerkkimoottoreiden ominaisvääntömomentit järjestettynä suurimmasta pienimpään

Kuvassa 2 olevasta kaaviosta voidaan havaita, että ahdetut moottorit ovat kärkisijoilla ominaisvääntömomentin suhteen. Mielenkiintoista on huomata, että jopa Lexus LFA:n vapaasti hengittävä 4,8 litrainen V10, jota pidetään yhtenä aikansa vaikuttavimmista autoinsinöörisyyden taidonnäytteistä, jää vertailussa ”tavallisten” turboahdettujen autojen taakse. LFA:n moottoria suunniteltaessa painotettiin lineaarista tehontuottoa ja korkeita kierroslukuja. Moottorin suunnittelussa on painotettu myös sen äänimaailmaa. (Lexus, 2021; Nikkola, 2026.)

Dieselmootoreissa ominaisvääntömomentti on kasvanut voimakkaasti polttoaineruiskutusjärjestelmien ja turboahdimien kehityksen ansiosta. Samanlaista nousua ei ole huomattavissa bensiinimoottoreiden osalta, sillä bensiinimoottoreiden puristussuhdetta pitää rajoittaa detonaation estämiseksi. (Robert Bosch GmbH 2022, s. 653-654). Kilpa-autojen moottoreissa on suurimmat ominaisvääntömomentit, sillä ne on suunniteltu täysin suorituskyvyn

ehdoilla. Pitkäikäisyys, äänieristys ja päästöt ovat niitä suunnitellessa toissijaisia. Ne suunnitellaan usein kapealle kierrosalueelle, jossa ne tuottavat maksimaalisen tehon ja väännön. Kilpa-autojen moottoreissa käytetyt materiaalit ja nesteet ovat huippuluokkaa, mikä osittain myös selittää niiden johtoaseman. Ominaisvääntömomentti liittyy vahvasti ominaistehoon. Esimerkkimoottoreiden ominaistehot on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Esimerkkimoottoreiden ominaistehot järjestettynä suurimmasta pienimpään

Kuvan 3 kaaviosta huomioitavaa on se, että ominaistehot eivät ole samassa järjestyksessä, kuin ominaisvääntömomentit. Dieselautojen sijoitus on matalammalla, sillä niiden maksimivääntömomentti tuotetaan bensiinimoottoreita alhaisemmalla kierrosluvulla. Dieselmootoreissa on raskaammat liikkuvat komponentit, jotka on suunniteltu kestävämmän korkeampaa puristuspainetta, mikä rajoittaa niiden kierrosnopeutta. Myös dieselin hitaampi palaminen rajoittaa tehon tuottoa korkeilla kierrosluvuilla. (Robert Bosch GmbH 2022, s. 94, 657-660) Moottorin tuottama teho lasketaan sen tuottaman vääntömomentin avulla seuraavasti:

$$P = 2 \times \pi \times n \times M$$

jossa

$P$  on teho

$n$  on moottorin pyörintänopeus

$M$  on vääntömomentti

Kun lasketaan moottorin tuottamaa maksimitehoa, kierroslukuna käytetään sitä kierroslukua, jolla moottori tuottaa maksimivääntömomenttinsa. Kun on laskettu moottorin maksimiteho, voidaan laskea sen ominaisteho:

$$P_{\text{ominais}} = \frac{P}{V_i}$$

jossa

$P_{\text{ominais}}$  on moottorin ominaisteho, eli sen teho iskutilavuutta kohti

$P$  on teho

$V_i$  on moottorin iskutilavuus

## 2.2 Ominaistehon ja -vääntömomentin kasvun vaikutus moottorin muihin tunnuslukuihin

Oppimateriaalia koostaessa laskettiin useamman eri autovalmistajan eri ikäisten moottorien tehollinen keskipaine (MEP, mean effective pressure). Laskelmista saadut tulokset on esitetty kuvassa 4. Moottorin tehollinen keskipaine on tärkeä moottorin tunnusluku, joka kertoo moottorin rakenteiden kuormitusasteesta sekä myös sen suunnittelijoiden osaamisesta ja onnistumisesta. Kyseessä on laskennallinen suure, joka kertoo, kuinka suuri keskimäärin on se palotilassa vallitseva paine, joka synnyttää mäntään kohdistuvan voiman, joka painaa mäntää alaspäin. Tämä voima saa aikaan kampikoneiston avulla pyörivän

liikkeen sekä kampiakselilta mitattavissa olevan kuorman pyörittämiseen kykenevän vääntömomentin. Tehollisen keskipaineen ilmoittamiseen käytetty mittayksikkö moottoritekniikassa on bar. (Ikonen, 2019.) Laskelmat tehtiin seuraavanlaisella lausekkeella:

$$P_e = \frac{8 \times j}{D^2 \times S \times i} \times M$$

jossa

$P_e$  on laskennallinen tehollinen keskipaine

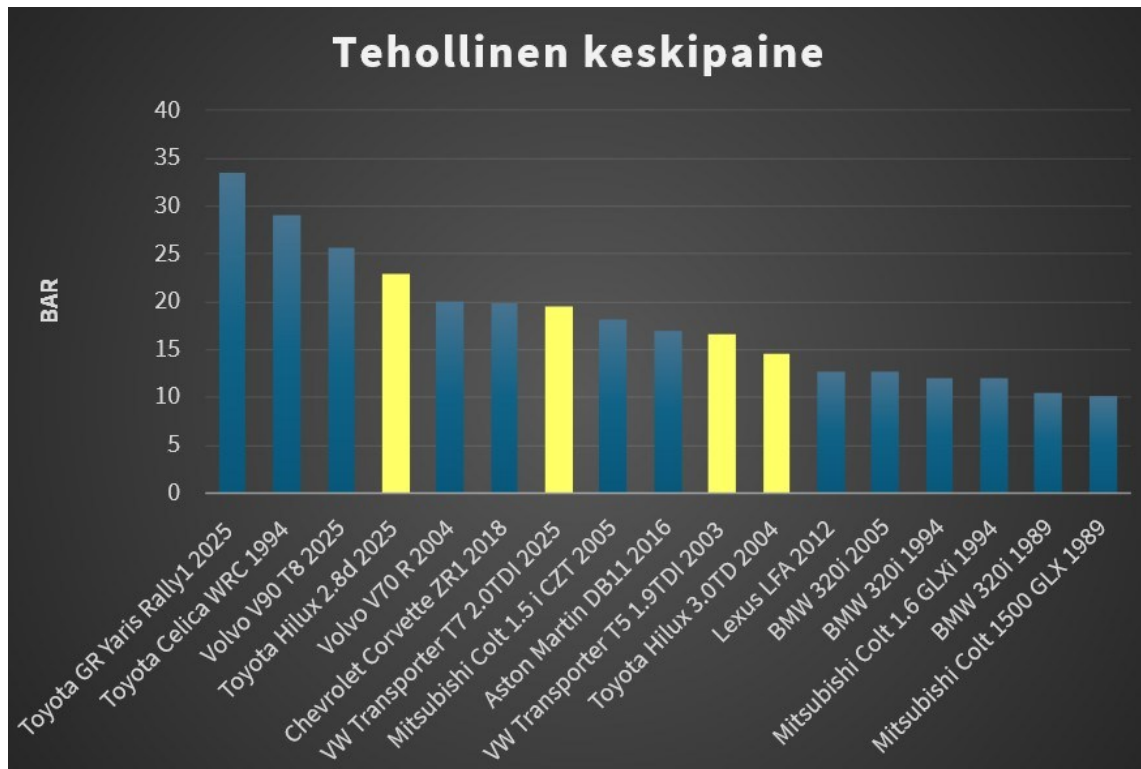
$j$  on moottorin toimintatapakerroin, kaksitahti  $j = 1$ , nelitahti  $j = 2$

$D^2$  on sylinterin halkaisija

$S$  on iskunpituus

$i$  on sylintereiden lukumäärä

$M$  on moottorin tuottama maksimivääntömomentti



Kuva 4. Esimerkkimoottoreiden teholliset keskipaineet järjestettynä suurimmasta pienimpään

Kun moottoreiden laskettuja tunnuslukuja vertailtiin, huomattiin selkeä yhteys tehollisen keskipaineen ja ominaisväännön kesken. Moottoreissa, joissa oli suurin tehollinen keskipaine, oli myös suurin ominaisvääntömomentti. Ominaisteho riippuu vääntömomentin lisäksi myös kierrosluvusta, jolla vääntö saavutetaan. Siksi dieselmoottorit, jotka tuottavat vääntönsä alhaisilla kierrosluvuilla, jäävät ominaistehossa jälkeen bensiinimoottoreista, vaikka niiden ominaisvääntömomentti olisi suurempi.

### 2.3 Nykyaikaisten polttomoottorien käyttöikä ja vikaantumiskohteet

Tässä osiossa käsitellään 2010–2022 vuosien aikana valmistettuja ja markkinoilla olleita polttomoottoreita ja niiden yleisimpiä vikaantumiskohteita. Erityisesti keskitytään vikaantumiskohteisiin, joita ei yleensä esiinny vanhemmissa moottoreissa. Pyritään välttämään yksittäisten moottorien tyyppivikojen mainitseminen ja keskitytään vikoihin, jotka koskettavat laajemmin nykymoottoreita. Tässä osiossa käytetyt tiedot on kerätty internetistä, Trafín takaisinkutsukampanjoiden tietokannasta sekä haastattelemalla sähköpostitse alalla pitkään työskennelleitä.

Vuonna 2008 Euro 4/5 päästöluokituksien myötä autovalmistajien piti kehittää hyötysuhteeltaan entistä parempia polttomoottoreita. Hyötysuhdetta voitiin parantaa pyöriviä osia keventämällä, joka huolellisesti suunniteltuna ei itsessään aiheuta ongelmia. Suunnitteluvirheiden myötä usean automerkin moottoreissa alkoi ilmaantua ennenaikaisia komponenttien hajoamisia. Yleisimmin se ilmeni jakopään ongelmina. (Monimerkkikorjaamon huoltopäällikkö, sähköpostihaastattelu 5.2.2026)

Suorasuihkutteisissa polttomoottoreissa monesti imukanavaan ja imuventtiilin juureen kertyy karstaa. Karstan syntyy pääasiassa öljyhöyryistä, palamattomista kaasusta, sekä EGR- järjestelmän tuomista epäpuhtauksista. Karstan

kertymisen seurauksena imuventtiili ei välttämättä sulkeudu tiiviisti ja se johtaa puristuksen alenemiseen kyseisessä sylinterissä. Puristusten heikkenemisestä seuraa moottorin epätasaista käyntiä ja/tai tehovajetta. Imusarjasuihkutteisissa autoissa tätä karstaa ei juuri kerry sillä polttoaineseos luonnostaan puhdistaa imukanavaa. (Guinther, G. & Smith, S., 2016; Tomorrow's Technician, 2026.)

Useamman autovalmistajan tietyissä dieselmootoreissa DPF- regeneroinnin aikana moottorin polttoaineen syöttöä nostetaan, jotta pakokaasut olisivat kuumempia, joka taas puolestaan puhdistaa DPF- suodatinta. Jos tätä regenerointiprosessia ei olisi, DPF tukkeutuisi ajan myötä nokipartikkeleista. Jos auto sammutetaan regeneroinnin aikana, palamatonta polttoainetta saattaa jäädä moottorin kampikammioon. Sitä kautta polttoaine löytää tiensä öljypohjaan, jonka seurauksena moottoriöljy laimenee, ja sitä on moottorissa enemmän kuin on tarkoitus. Moottoriöljyn voitelevat ominaisuudet heikkenevät, kun sen seassa on dieseliä ja liiallinen öljyn määrä aiheuttaa painetta kampikammioon. Moottorin öljynpaineen ollessa liian suuri, moottorin osat kuten kampiakselin laakerit tai männänrenkaat kuluvat nopeasti. Jos öljyntaso nousee huomattavasti, kampiakseli osuu pyöriessään öljyyn, joka aiheuttaa kavitaatiota eli öljyn vaahtoutumista. Tämä johtaa edelleen suurempiin moottorivahinkoihin, kuten öljypumpun rikkoontumiseen tai sylinterivaurioihin. (XC40 Forums, 2018; Volvo V40 Club, 2016; Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, 2026.)

Euro 6- päästöluokitus henkilöautoille tuli voimaan syyskuussa 2014. Kyseisen luokituksen myötä dieselmootoreiden sallittujen typpioksidipäästöjen määrä pieneni huomattavasti. Jotkut autovalmistajat päätyivät uuden luokituksen myötä käyttämään AdBlue- järjestelmiä typpioksidipäästöjen vähentämiseen. AdBluen käyttöön liittyy useita ongelmia, ja osa ongelmista johtuu itsessään AdBlue- liuoksesta. Kuivuessaan tai huonosti varastoituna liuos saattaa kiteytyä. Tätä tapahtuu, jos AdBlue- liuos joutuu kosketuksiin ilman kanssa tai jos sitä vuotaa järjestelmästä. Kiteitä voi syntyä myös, jos liuosta jää letkuihin tai ruiskusuuttimeen auton sammuttamisen jälkeen. AdBlue- järjestelmissä on myös useita antureita, jotka mittaavat liuoksen tasoa, laatua ja ruiskutuspainetta, jotka vikaantuessaan antavat ohjausyksiköille virheellisiä

tietoja, joka taas johtaa vikakoodien ilmaantumiseen, ja mahdollisesti moottorin tehorajoituksiin. AdBlue- liuos jäätyy n.  $-11^{\circ}\text{C}$ : ssa, mikä estää järjestelmän toiminnan ja voi vahingoittaa järjestelmän osia, kuten ruiskusuutinta, antureita ja letkuja. Järjestelmässä on useimmiten lämmittimet, mutta kovilla pakkasilla ne eivät välttämättä pysty sulattamaan jäätyneitä liuosta tarpeeksi tehokkaasti. (France Auto Sp; Tahar, 2025; Wynn's, 2022.)

## 2.4 Autoinsinöörien muuttuvat osaamistarpeet autokorjaamoilla

Tässä osiossa käsitellään modernien polttomoottorien korjaus- ja huoltotöiden tekemistä monimerkkikorjaamon näkökulmasta. Polttomoottorien kehittyessä tulee myös paljon uudenlaisia vikoja, joihin ei välttämättä ole vielä totuttu. Samalla korjaus- ja huoltotyöt ovat monimutkaisempia kuin ennen. Silloin vaaditaan myös korjaamon toimihenkilöiltä parempaa ymmärrystä polttomoottoritekniikasta, jotta korjaamotöille osataan varata oikea määrä aikaa, ja korjaamon arki pyörisi sujuvasti. (Suomalaisen monimerkkikorjaamoketjun edustaja, sähköpostihaastattelu 10.2.2026)

Nykyaikaisissa polttomoottoreissa on paljon edistynyttä elektroniikkaa, tarkkoja toleransseja ja monimutkaisia järjestelmiä, jotka vaikeuttavat korjaamistöitä. Modernien moottorien korjaaminen vaatii usein pidemmän työajan ja korkeamman osaamistason, mikä nostaa korjauksen hintaa. Haastattelujen perusteella on yhä yleisempää se, ettei vaurioitunutta moottoria aleta korjaamaan, vaan vaihdetaan suoraan koko moottori uuteen tai takuukunnostettuun, sillä se tulee halvemmaksi. Jokaista tapausta pitää arvioida yksilöllisesti, sillä päätös riippuu vaurion laajuudesta ja luonteesta ja asiakkaan tarpeista. Korjaamon henkilökunnan harkintakyky ja tekninen tietämys ovat tässä asiassa ratkaisevia tekijöitä, jotta asiakas saa kustannustehokkaimman ja luotettavimman ratkaisun. (Monimerkkikorjaamon huoltopäällikkö, sähköpostihaastattelu 5.2.2026)

Moderneissa autoissa on valtava määrä elektroniikkaa, ja vanhemmista autoista poiketen, lähes kaikkia toimintoja ohjataan tai valvotaan sähköisesti. Kaikilla

autovalmistajilla on omat diagnostiikkaohjelmat- ja laitteet joihin monimerkkikorjaamolla täytyy ostaa hintavat ohjelmistolisenssit. Jotkut autovalmistajat jopa kieltäytyvät myymästä testereitä ja lisenssejä muille, kuin merkkikorjaamoille. Merkkikohtaisten räjäytyskuvien, varaosaohjelmien ja testerien puuttuessa monimerkkikorjaamolle aiheutuu haasteita kyseisen automerkin korjaus- ja huoltotöissä. (Monimerkkikorjaamon edustaja, sähköpostihaastattelu 3.2.2026)

Osaamistarpeet jatkavat tulevaisuudessakin muuttumista. Vaikka polttomoottori on jo yli 200 vuotta vanha keksintö, vielä tänäkin päivänä autovalmistajat jatkavat niiden kehitystyötä. Päällimmäinen tavoite on yleensä hyötysuhteen parantaminen. Esimerkiksi Nissan on kehitellyt VC-Turbo moottorin, jossa on muuttuva puristussuhde. Siinä kiertokangen tilalla on niveljärjestelmä, jonka avulla männän YKK:ta voi muuttaa moottorin käydessä. Puristussuhde on säädettävissä välillä 8:1 ja 14:1. (Nissan Motor Corporation, 2025.)

Lisäksi polttomoottoreiden käyttövoimissa tapahtuu jatkuvasti kehitystyötä, ja jopa moottorin ottoilman korvaamista tutkitaan. Uusiutuvat polttoaineet ovat jo käytössä osittain ja biokaasu raskaankin kaluston käyttövoimana on jo varteenotettava vaihtoehto. Aalto- yliopiston HyMar- hankkeessa tutkitaan polttoaineen palamisessa käytettävän ilman korvaamista argon- happiseoksella. Argon-syklissä moottori ei tuota lainkaan typen oksideja (NOx). Perinteisen bensiinimoottorin hyötysuhde on noin 20–30 prosenttia ja dieselmoottorin 30–40 prosenttia. Argon-syklissä hyötysuhde voi nousta jopa 70–80 prosenttiin. Argonsyklisiä moottoreita voitaisiin käyttää esimerkiksi teollisissa voimalaitoksissa ja meriliikenteessä. Autojen polttomoottoreihin sen ei uskota ainakaan vielä soveltuvan. (Aalto Yliopisto, 2025.)

Edellä mainitut VC-turbo- moottorit saattaa lähivuosina alkaa näkyä myös monimerkkikorjaamoiden arjessa, ja koko ajan autovalmistajat kehittelevät lisää uutta teknologiaa. Kaikkien haastatelluiden vastauksissa toistuivat kolme pääpointtia; Autoala kehittyä edelleen hurjaa vauhtia, viimeisen 20 vuoden aikana ala on kehittynyt paljon teknisemmäksi ja tietoa vaativammaksi ja se,

että polttomootoreita korjataan edelleen paljon autokannan sähköistymisestä huolimatta.

## 3 Tulokset

### 3.1 Uudistettu oppimateriaali

Aluksi tarkoitus oli vain päivittää olemassa olevia oppimateriaaleja niiltä osin, kun se oli tarpeellista, mutta lopputuloksena syntyi kuitenkin viisi kokonaan uutta diasarjaa, joissa on yhteensä 128 sivua. Vanhassa opetusmateriaalissa oli yhteensä yli 300 sivua, joten uudessa versiossa on tietoa paljon tiiviimmin ja epäolennaisuuksia on karsittu pois. Uudessa opetusaineistossa käsitellään kaikkia kurssiin sisältyviä aihealueita kurssin laajuus huomioon ottaen tarpeeksi perusteellisesti. Kurssimateriaalin pääpainopisteet ovat moottorin tunnuslukujen laskennassa ja päästöihin liittyvissä aiheissa.

Uusi materiaali on jaettu viiteen osaan; Johdanto ja historiaa, polttomoottorien jaottelu, moottorin tunnusluvut, pakoputkistot ja päästöjen puhdistus sekä palaminen polttomoottorissa ja päästömittaukset. Uudet materiaalit ovat koostettu käyttämällä vanhaa materiaalia, ja sen lähteitä hyväksi. Lisäksi ajantasaista tietoa etsittiin internetistä sekä Bosch Automotive Handbookista. Polttomoottoritekniikka on hyvin laaja käsite, ja oppimateriaalin sisältöä täytyy jollain tasolla rajata. Siitä syystä materiaalia tehdessä pyrittiin konsultoimaan kurssin nykyistä ja entistä opettajaa, jotta he voisivat ohjata materiaalin koontia oikeaan suuntaan. Näin varmistettiin, että olennaiset aihealueet käydään läpi tarpeeksi huolellisesti ja epäolennaisia aiheita vältetään. Materiaali on jaettu kurssin opettajalle muokattavana versiona, joten sitä voi helposti tulevaisuudessa päivittää tekniikan kehittyessä.

### 3.2 Autoalalla työskentelevien muuttuneet osaamistarpeet

Autoalalla työskentelevien osaamistarpeet ovat muuttuneet merkittävästi teknologian kehittyessä. Modernien polttomoottorien korjaaminen vaatii syvällistä ymmärrystä elektroniikasta, tarkoista toleransseista ja monimutkaisista järjestelmistä. Korjaamohenkilökunnan on hallittava

valmistajakohtaiset diagnostiikkaohjelmat ja -laitteet, joiden käyttöoikeudet ja saatavuus voivat olla rajoitettuja. Uudet teknologiat, kuten muuttuvat puristussuhteet ja vaihtoehtoiset polttoaineet, asettavat lisähaasteita. Kilpailukyvyn ylläpitämiseksi korjaamoiden kannattaisi panostaa henkilökunnan kouluttamiseen. Vaikka sähköautot yleistyvät, polttomoottorien korjaus ja huolto säilyvät tärkeinä myös tulevaisuudessa.

## 4 Tulosten arviointi

### 4.1 Moottoritekniikka ja päästöjen hallinta- kurssin uudistettu oppimateriaali

Uudistettu oppimateriaali Moottoritekniikka ja päästöjen hallinta- kurssitoteutukselle on tarkkaan harkiten koostettu kokonaisuus, jossa opiskelijälähtöisyys oli pääpainopisteenä. Oppimateriaalit hyväksyttiin loppuvuodesta 2025 kurssin nykyisellä opettajalla, ja materiaali otettiin käyttöön keväällä 2026 PAUTOS24- ryhmän kurssille. Kyselyä oppimateriaalien toimivuudesta PAUTOS24- ryhmälle ei toteuteta, sillä kurssi on kirjoitushetkellä vielä kesken.

Suurimpana haasteena oppimateriaalia koostaessa oli luotettavan tiedon löytäminen uusien autojen teknillisistä ratkaisuista. Havaittiin, että autovalmistajat kertovat julkisuuteen hyvin vähän tietoa moottoreistaan perustietojen lisäksi. Tähän voi olla syynä se, ettei nykypäivän kuluttajaa enää kiinnosta omistamansa auton tekniset yksityiskohdat. Monessa hybridauton tapauksessa valmistajan ilmoittamiin teho- ja vääntölukemiin oli sisällytetty sähkömoottorin tuottama voima. Hybridauton pelkän polttomoottorin tuottamaa maksimivääntöä ei välttämättä löytynyt valmistajan sivuilta lainkaan. Parhaiten luotettavaa tietoa moottorien teknisistä yksityiskohdista löytyi internetistä hakemalla tai joissain tapauksissa autoaiheisten aikakauslehtien julkaisuista.

### 4.2 Selvitys autoinsinöörien muuttuvista osaamistarpeista

Raporttiin saatiin koostettua asioita, jotka ovat polttomoottoritekniikassa muuttuneet viimeisien vuosikymmenten aikana, ja joihin jokaisen alalle ryhtyvän tulisi kiinnittää huomiota. Se hyödyttäisi varsinkin monimerkkikorjaamolle töihin meneviä, sillä siellä työn alle saattaa tulla kaikenikäisiä ja -merkkisiä autoja. Merkkikorjaamoilla vastaavia ongelmia ei välttämättä ole, sillä heillä on valmistajan antamat tarkat ohjeet, joiden mukaan toimitaan. Raporttia varten tehtyjen haastatteluiden ja internetissä tehdyn tiedonhaun perusteella voidaan

sanoa, että monimerkkikorjaamojen on panostettava henkilöstön koulutukseen ja teknologian kehityksen seuraamiseen, jotta ne pystyvät olemaan tulevaisuudessakin kilpailukykyisiä vaihtoehtoja merkkikorjaamoille.

Raportin tietoja koostaessa osoittautui haastavaksi löytää luotettavaa tietoa nykyaikaisten polttomoottorien yleisimmistä vioista, ja mikä ne on aiheuttanut. Internetin automerkkikohtaisilla keskustelufoorumeilla oli paljonkin tietoa aiheesta, mutta siihen täytyy suhtautua varauksella, ja selvittää muilla keinoin pitävätkö siellä kerrotut asiat paikkaansa. Traficomien tietokanta takaisinkutsukampanjoista sekä autoaiheiset aikakauslehdet osoittautuivat hyviksi lähteiksi todentamaan foorumeilla keskusteluja asioita. Lähteiden luotettavuutta todentaessa piti muistaa pysyä objektiivisina, sillä keskustelufoorumeilla kerrotut tiedot saattavat olla puolueellisia kirjoittajien omien kokemusten tai uskomusten mukaan. Tämä pätee myös tutkimuksessa tehtyihin sähköpostihaastatteluihin. (Hirsjärvi & Remes, 1997 s. 309-310)

## 5 Yhteenveto

Koostetuista oppimateriaaleista tuli yhtenäinen ja kaikki olennaiset asiakokonaisuudet käsittelevä paketti, jota voi helposti päivittää tulevaisuudessa polttomoottoritekniikan kehittyessä. Uskon, että uudet oppimateriaalit hyödyttävät sekä autoinsinööriopiskelijoita, sekä moottoritekniikan kurssin opettajia. Prosessin edetessä pyrittiin ottamaan huomioon molempien osapuolien näkökulmia materiaalin toimivuudesta, samalla pitäytyen Turun Ammattikorkeakoulun asettamissa oppimistavoitteissa.

## Lähteet

**Aalto Yliopisto. 2025.** aalto.fi. [Online] 15. 12 2025. [Viitattu: 17. 2 2026.] <https://www.aalto.fi/fi/uutiset/tutkimus-polttomoottori-voi-saavuttaa-paastottoman-palamisen-ja-kaksinkertaisen-hyotysuhteen>.

**France Auto Sp.** France Auto. [Online] France Auto Sp.[Viitattu: 3. 3 2026.] <https://www.franceauto.pl/crystallisation-of-adblue>.

**Guinther, Gregory ja Smith, Scott. 2016.** SAE Mobilus. [Online] 17. 10 2016. [Viitattu: 2026. 3 3.] <https://doi.org/10.4271/2016-01-2252>.

**Hirsjärvi, Sirkka;Remes, Pirkko ja Sajavaara, Paula. 1997.** Jyväskylä : Tammi, 1997. 978-951-31-4836-2.

**Ikonen, Markku. 2019.** *Luennoilla käytetty oppimateriaali*. Turku : s.n., 2019.

**Lexus. 2021.** Lexus Newsroom. [Online] Toyota Motor Corporation, 8. 1 2021. [Viitattu: 4. 3 2026.] <https://newsroom.lexus.eu/lexus-lfa-timeline-redefining-the-japanese-supercar/>.

**Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. 2024.** tieto.traficom.fi. [Online] 1. 1 2024. [Viitattu: 19. 1 2026.] <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/ajoneuvokannan-tilastot?toggle=K%C3%A4ytt%C3%B6voimat>.

**— . 2026.** Tietokanta takaisinkutsukampanjoista. [Online] 1. 1 2026. [Viitattu: 5. 2 2026.] <https://takaisinkutsut.traficom.fi/>.

**Mahmoudi, Amir;Khazae, Iman ja Ghazikhani, Mohsen. 2017.** Science Direct. [Online] 27. 3 2017. [Viitattu: 3. 3 2026.] <https://doi.org/10.1016/j.aej.2017.03.005>.

**Nikkola, Joni. 2026.** Tekniikan Maailma. [Online] Tekniikan Maailma, 14. 1 2026. [Viitattu: 4. 3 2026.] <https://tekniikanmaailma.fi/nain-syntyi-lexus-lfan-kuuluisa-pakoaani-yamahan-osuutta-asiaan-on-liioiteltu/>.

**Nissan Motor Corporation. 2025.** Nissan Global. [Online] 1. 1 2025. [Viitattu: 17. 2 2026.] [https://www.nissan-global.com/EN/INNOVATION/TECHNOLOGY/ARCHIVE/VC\\_TURBO\\_ENGINE/](https://www.nissan-global.com/EN/INNOVATION/TECHNOLOGY/ARCHIVE/VC_TURBO_ENGINE/)

**Robert Bosch GmbH. 2022.** s.l. : Wiley, 2022. 978-1-119-91191-3.

**Tahar, Salim. 2025.** Mercedes Assistance. [Online] 1. 12 2025. [Viitattu: 3. 3 2026.] <https://en.mercedesassistance.com/adblue-system-malfunction/>.

**Tomorrow's Technician. 2026.** Tomorrow's Technician. [Online] Babcox Media Inc., 16. 7 2026. [Viitattu: 3. 3 2026.] <https://www.tomorrowstechnician.com/carbon-deposits-in-direct-injection-engines/>.

**Turun Ammattikorkeakoulu. 2026.** Peppi. [Online] 3. 3 2026.

—. **2025.** Turku AMK. [Online] Turun Ammattikorkeakoulu, 27. 10 2025. <https://opinto-opas.turkuamk.fi/index.php/fi/21632/fi/21681>.

**Universal Technical Institute Inc. 2025.** UTI. [Online] Universal Technical Institute, 20. 6 2025. [Viitattu: 3. 3 2026.] <https://www.uti.edu/blog/automotive/supercharger-vs-turbocharger>.

**Volvo V40 Club. 2016.** Volvo V40 Forums. [Online] 9. 3 2016. [Viitattu: 2026. 3 3.] <https://www.volvov40club.com/threads/interrupted-dpf-regeneration-cycle.20745/>.

**Wynn's. 2022.** Wynn's Europe. [Online] Wynn's, 9. 12 2022. [Viitattu: 3. 3 2026.] <https://www.wynns.eu/professional/adblue-and-scr-solutions-for-crystallization-problems/>.

**XC40 Forums. 2018.** XC40 Forums. [Online] Volvo XC40 Forums, 15. 3 2018. [Viitattu: 2026. 3 3.] <https://www.xc40forums.co.uk/viewtopic.php?t=206>.