



EU:n päästörajojen vaikutus nykyisiin henkilöautomalleihin ja autonvalmistajien toimintatapoihin

Rasmus Jokinen

OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2025

Autotekniikka
Työkonetekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Autotekniikan tutkinto-ohjelma
Työkonetekniikka

JOKINEN, RASMUS:

EU:n päästörajojen vaikutus nykyisiin henkilöautomalleihin ja autonvalmistajien toimintatapoihin

Opinnäytetyö 49 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Joulukuu 2025

Opinnäytetyö tarkastelee EU-alueen henkilöautoihin liittyviä päästörajoituksia, ja sitä miten ne ohjaavat autonvalmistajia muuttamaan autojaan rajoitustenmukaiseksi. Työ sisältää hieman teoriaa EU-lainsäädännöstä ja auton EU-tyyppihyväksynnästä, mutta pääpaino on hiilidioksidipäästörajoituksissa, Euro-päästöstandardissa ja siinä miten päästörajoituksilla koitetaan saada liikenne sähköistymään pienessä ajassa vuoteen 2035 mennessä. Akkuja koskevia asetuksia käsitellään myös.

Työn tuloksena on EU-alueen suurimpien autonvalmistajien vuoden 2025 tilanne päästörajoituksiin sopeutumisesta ja sähköistymisstrategioista. Tuloksissa käydään läpi sitä minkälaisia käyttövoimia uusiin autoihin saa, valmistajan myymien automallien hiilidioksidipäästöjen tasoa tavoitteisiin verrattuna, Euro 7 -päästöstandardiin siirtymistä ja automallien muutosta sähköautoiksi.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että hiilidioksidipäästöt ovat kaikilla polttomoottoriautoja valmistavilla yrityksillä liian korkeat paitsi Volvolla ja tavoitteisiin pääsy vaikeutuu entisestään vuonna 2030. Euro 7 -päästöstandardi ei ole vaikeasti saavutettavissa suurimmalle osalle autonvalmistajista, mutta se vie paljon resursseja. Kaikki autonvalmistajat ovat saaneet tehtyä kunnollisia nollapäästöautoja eli sähköautoja, mutta kuluttajat eivät osta niitä kuin on suunniteltu aiemmin. Jotkin valmistajat myös kehittävät vetykäyttöisiä polttokennoautoja, joista ei tule ajonaikaisia päästöjä. Ne eivät tule yleistymään lähitulevaisuudessa tankkausinfrastruktuuriin puutteen takia.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että hiilidioksidipäästörajoitukset ovat liian kovat ja niistä tulee kärsimään taloudellisesti autonvalmistajat EU:n sakkojen tai alentuneen myynnin vuoksi. Vaihtoehtona on myös se, että EU keventää rajoituksia, kuten se on jo vähän tehnyt.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Vehicle Engineering
Industrial Vehicle Engineering

JOKINEN, RASMUS:

The impact of EU emission limits on current passenger car models and car manufacturers' practices

Bachelor's thesis 49 pages, appendices 0 pages
December 2025

The thesis examines the emission restrictions for passenger cars in the EU, and how they guide car manufacturers to modify their cars to comply with the restrictions. Thesis includes some theories about EU legislation and EU type approval. The focus is on carbon dioxide emission restrictions, the Euro Emission Standards and how emission restrictions are used to try to electrify transport in a short time by 2035. There is also a theory about battery legislation.

The result of the thesis is the situation of the largest car manufacturers in the EU in year 2025 on adaptation to emission restrictions and electrification strategy. The results review the types of powertrains available for new passenger cars, the level of carbon dioxide emissions of car models sold by the manufacturer compared to targets, the transition to the Euro 7 emission standard, and the conversion of car models to electric cars.

The results show that carbon dioxide emissions are too high for all companies that are manufacturing combustion engine cars except Volvo, and reaching the targets will become even more difficult in 2030. The Euro 7 emission standard is not difficult to achieve for most car manufacturers, but it takes a lot of resources. All car manufacturers have managed to make decent zero-emission cars, in other words electric cars, but consumers are not buying them as planned. Some manufacturers are also developing hydrogen-powered fuel cell cars, which make no emissions while driving. They will not become widespread soon due to the lack of refueling infrastructure.

The conclusion is that the CO₂ emission limits are too strict and will cost car manufacturers financially through EU fines or reduced sales. Alternatively, the EU could ease the limits, as it has already done to some extent.

TEKOÄLYN KÄYTTÖ OPINNÄYTTEESSÄ

Opinnäytteessäni on käytetty tekoälysovelluksia:

- Ei
 Kyllä

Ilmoitukseni mukaan olen käyttänyt opinnäytteessäni opinnäytetyöprosessin aikana seuraavia tekoälysovelluksia: -

Tekoälysovellusten nimet ja versiot: -

Käyttötarkoitus: -

Osiot, joissa tekoälyä on käytetty: -

Olen tietoinen siitä, että olen täysin vastuussa koko opinnäytteeni sisällöstä, mukaan lukien osat, joissa on hyödynnetty tekoälyä, ja hyväksyn vastuun mahdollisista eettisten ohjeiden rikkomuksista.

SISÄLLYS

| | | |
|---|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 7 |
| 2 | EU:N ASETUKSET JA DIREKTIIVIT AUTOILLE | 8 |
| | 2.1 EU:n asetus ja direktiivit | 8 |
| | 2.2 EU-Tyypin hyväksyntä | 8 |
| | 2.3 Vaatimukset EU:ssa autoille 2025 | 9 |
| 3 | PÄÄSTÖSTANDARDIT EU:SSA | 10 |
| | 3.1 Hiilidioksidipäästöt | 10 |
| | 3.2 Euro-päästöluokitukset | 11 |
| | 3.3 EURO 6 | 13 |
| | 3.4 EURO 7 | 15 |
| | 3.5 Päästöstandardien vaikutus uusien autojen sähköistymiseen EU- alueella 2025–2035 | 17 |
| 4 | SÄHKÖAUTON AKKUJA KOSKEVAT ASETUKSET | 20 |
| 5 | EU-PÄÄSTÖRAJOJEN VAIKUTUKSET AUTOMALLEIHIN JA AUTONVALMISTAJIEN SÄHKÖISTYMISSTRATEGIAT | 22 |
| | 5.1 BMW Group | 22 |
| | 5.2 BYD | 24 |
| | 5.3 Ford Motor Corporation | 25 |
| | 5.4 Hyundai Motor Group | 27 |
| | 5.5 Mercedes-Benz Group | 29 |
| | 5.6 Renault-Nissan-Mitsubishi Alliance | 32 |
| | 5.7 Stellantis | 34 |
| | 5.8 Tesla | 36 |
| | 5.9 Toyota Motor Corporation | 37 |
| | 5.10 Volkswagen Group | 38 |
| | 5.11 Zhejiang Geely Holding Group (Volvo ja Polestar) | 40 |
| 6 | POHDINTA | 43 |
| | LÄHTEET | 45 |

LYHENTEET

| | |
|------|--|
| NEDC | New European Driving Cycle |
| WLTC | Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Cycle |
| WLTP | Worldwide Harmonized Light Vehicle Test Procedure |
| RDE | Real Driving Emissions, Todelliset ajopäästöt |
| BEV | Battery Electric Vehicle, Sähköauto |
| REEV | Range Extended Electric Vehicle, Sähköajoneuvo polttomootorilla, polttomoottori ei liikuta ajoneuvoa |
| FCEV | Fuel cell electric vehicle, polttokennoajoneuvo |
| PHEV | Plug in hybrid, Ladattava hybridaajoneuvo |
| HEV | Hybrid Electric Vehicle, Täyshybridaajoneuvo |
| MHEV | Mild Hybrid Electric Vehicle, Kevythybridaajoneuvo |
| ICE | Internal Combustion Engine, Polttomoottoriajoneuvo |
| NMC | Nikkeli-Mangaani-Koboltti |
| LFP | Litium-rautafosfaatti |

1 JOHDANTO

Euroopassa myytävien uusien autojen vaatimukset lisääntyvät ja muuttuvat vuosittain Euroopan Unionin toimesta. Sääntelyä tehdään ympäristöhaittojen vähentämiseksi, liikenneturvallisuuden parantumiseksi, kuluttajien suojelemiseksi ja markkinoiden yhtenäistämiseksi. Tällä hetkellä ja tulevaisuudessa eniten muutoksia tulee olemaan autojen päästörajoituksissa sekä turvallisuusominaisuuksissa. Autojen sähköistäminen on lähes pakollista, jos autonvalmistaja haluaa pysyä Euroopan markkinoilla, koska tavoite EU:n liikenteen hiilineutraalisuudelle on jo vuonna 2035.

Työssä tarkastellaan miten EU-alueen hiilidioksidipäästörajojen tiukentuminen ja vuonna 2026 voimaan tulevan Euro 7:n päästöluokitus vaikuttaa autonvalmistajien toimintatapoihin ja uusiin automalleihin. Työssä käsitellään kaikkia henkilöautojen käyttövoimia, joita on saatavilla uutena Euroopassa tällä hetkellä. Lisäksi käsitellään myös paljon autonvalmistajien sähköistä siirtymää, koska se on lähes pakollista, jos EU-alueella myy yli 1000 uutta autoa vuodessa. Työssä ei käsitellä hyötyajoneuvoja eli lava- ja pakettiautoja.

Työssä käydään läpi teoriaa, EU:n asetuksista ja direktiiveistä autoille, EU-tyyppihyväksynnästä, päästöstandardeista eli Hiilidioksidiin CO₂ liittyvistä määräyksistä, Euro-päästöstandardeista ja siitä miten päästöstandardeilla yritetään vaikuttaa autojen kehitykseen. Teoriaa on myös sähköautojen akun vaatimuksista. Työn tuloksena on listaus eri autonvalmistajien toimintatapojen ja henkilöautomallien muutoksesta päästöjen suhteen vuosien 2020–2035 välillä. Työssä käsitellään Euroopan markkinoiden suurimpia autonvalmistajayrityksiä eli BMW Groupia, BYD:ia, Ford Motor Corporationia, Hyundai Motor Groupia, Mercedes Benz Groupia, Renault-Nissan-Mitsubishi Alliancea, Stellantista, Teslaa, Toyotaa, Volkswagen AG:ta ja Zhejiang Geely Holding Groupia. Lopussa on pohdintaa ja johtopäätöksiä työstä.

2 EU:N ASETUKSET JA DIREKTIIVIT AUTOILLE

2.1 EU:n asetus ja direktiivit

Asetus on sitova säädös, joita on sovellettava kaikilta osin EU:n alueella. Direktiivillä säädetään EU:n maita velvoittavista tavoitteista. Direktiiveillä pyritään pääsemään tavoitteisiin, mutta niiden toteutustapa ei tarvitse olla samanlainen (European commission n.d.).

Lainsäätäminen EU:ssa tapahtuu Euroopan komission aloitteesta, jonka jälkeen Euroopan parlamentti ja EU neuvosto hyväksyy tai hylkää lait. Komissio ja EU:n jäsenvaltiot laittaa lait täytäntöön. Komissio myös varmistaa, että lakeja sovelletaan ja laitetaan täytäntöön asianmukaisesti. (ACEA 2023).

2.2 EU-Tyypin hyväksyntä

Ajoneuvojen vaatimukset Euroopassa päättää EU. Jokaisen EU-alueella uutena myydyin ajoneuvon täytyy täyttää vaatimukset, jotka pitää ottaa huomioon ajoneuvon suunnittelussa. Vaatimuksien kolme tärkeintä osa-alueita on ajoneuvojen turvallisuus, ympäristöystävällisyys ja tuotannon vaatimuksenmukaisuuden täyttäminen (European commission n.d.).

Ennen kuin uutta ajoneuvoa voi myydä, rekisteröidä ja markkinoida laillisesti Euroopassa EU-alueella, sen täytyy täyttää saada EU-tyypin hyväksyntä. Tyypin hyväksynnän saamiseksi auton valmistaja antaa testattavaksi noin 12 esituotantoautoa, jotka vastaavat lopullista myyntiin menevää tuotetta. Tyypin hyväksyntätestejä tekevät tekniset laitokset, jotka tyypin hyväksyntäviranomaiset ovat nimenneet suorittamaan EU:n lainsäädännön mukaisesti (European commission n.d.).

Autoista testataan turvallisuussääntöjen mukaiset varusteet eli valot, jarrut, ajonvakautusjärjestelmä ja tehdään törmäystestit nukeilla. Testataan auton melunsekä päästörajoiden vaatimuksenmukaisuus. Myös tuotantovaatimukset testataan

eli yksittäisten komponenttien ja osien vaatimustenmukaisuus esimerkiksi turva-
tyynyt ja penkit (European commission n.d.).

2.3 Vaatimukset EU:ssa autoille 2025

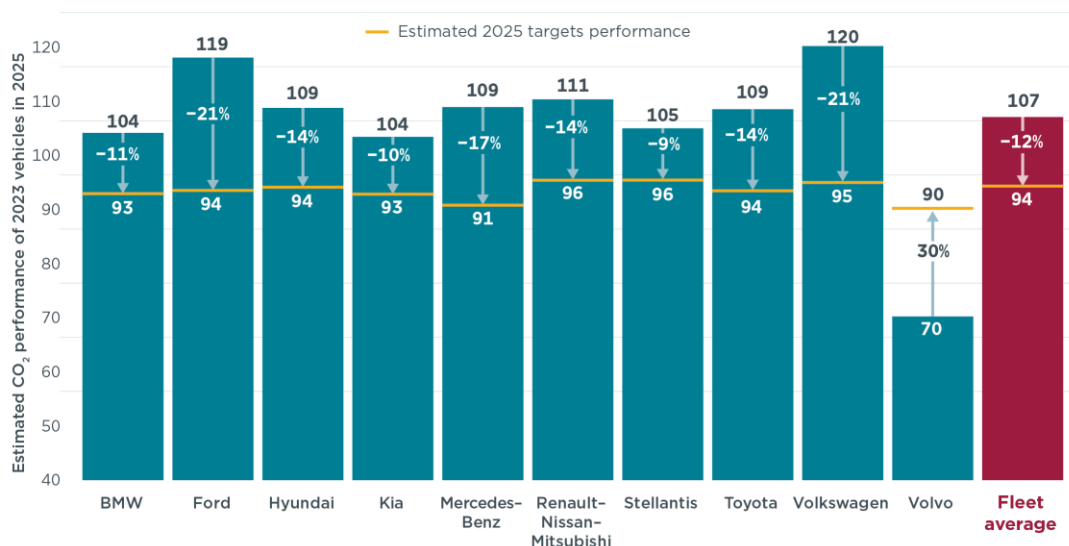
ACEA:n pääjohtajan Sigrid De Vriesin (2023) mukaan Euroopan autoteollisuudessa on erittäin paljon vaatimuksia ja sääntöjä maailman mittapuulla. Vuonna 2023 autoja koskevia EU-asetuksia oli yli 150 ja direktiivejä oli yli 30. Hänen mukaansa sääntelyä pitäisi olla vähemmän EU:n tasolla ja pyrkiä johdonmukaisempaan sekä yhdenmukaisemmaksi kansainvälisten säädösten kanssa, jotta eurooppalainen autoteollisuus pystyy kilpailemaan paremmin muilla markkinoilla. (ACEA 2023).

3 PÄÄSTÖSTANDARDIT EU:SSA

3.1 Hiilidioksidipäästöt

Euro päästöluokitukset eivät määrää hiilidioksidin CO₂ maksimimäärää autoille, vaan sille on oma asetuksensa. Keskimääräiset hiilidioksidipäästö tavoitteet autolle olivat vuosina 2020–2024 korkeintaan 95 g CO₂/km NEDC testimenetelmällä, joka on tämänhetkisen WLTP- menetelmään suhteutettuna 115,1 CO₂/km. Tällä hetkellä voimassa oleva tavoite vuodesta 2025 on 93,6 g CO₂/km vuoteen 2029 asti ja päästöjen testimenetelmä on muuttunut WLTP mittaustapaan. EU on antanut joustoa tavoitteeseen pääsyyn vuoteen 2027 asti, jos valmistaja pääsee keskiarvoisesti tavoitteeseen näiltä kolmelta vuodelta. (European commission n.d.).

CO₂/km päästörajat ovat autovalmistajakohtaiset (kuva 1) tai valmistajat voivat liittyä yhteen saadakseen päästöt tavoitteisiin. Kevyempiä autoja myyvät valmistajat saavat helpotusta CO₂/km rajoissa ja päinvastoin raskaampia autoja valmistavat tiukennusta rajaan. Helpotuksia CO₂/km rajoitukseen saa myös päästöjä laskevilla teknologioilla, joiden päästöjä laskevia vaikutuksia ei pysty EU-tyyppi-hyväksynnän päästömittauksissa toteamaan. Valmistajan täytyy kuitenkin perustella teknologioiden säästöt datan avulla. Tällainen teknologia on esimerkiksi led-valot halogeenivalojen sijaan. Vuosina 2025–2029 päästöjä laskevilla teknologioilla voi saada vähennystä maksimissaan 6 g CO₂/km kokonaispäästöihin. (European commission n.d.).



KUVA 1. Vuoden 2023 Autovalmistajien tavoite CO₂/km päästöt ja arvioidut vuoden 2025 tavoitteet (Dornoff 2024)

Autonvalmistajat voivat saada CO₂ vähennyksiä vuosina 2025–2029 myydyistä autoista 0–50 g CO₂/km arvolla, jos myydyistä henkilöautoista tällaisia on vähintään yli 25 %:a ja pakettiautoista yli 17 %:a Tällöin autonvalmistaja saa prosentin tavoitteen ylityksestä prosentin korkeamman CO₂/km tavoitteen ja tämä on mahdollista viiteen prosenttiin asti. (European commission n.d.).

Tulevina vuosina 2030–2034 tavoite on 49,5 g CO₂/km. Vuonna 2035 CO₂ päästöjen tulisi olla 0 g. Autonvalmistajalle, jonka uusia autoja rekisteröidään yli 1000 kpl EU-alueella vuosittain tulee päästä tavoitteisiin. Autonvalmistaja joutuu maksamaan sakkoja vuosittain jokaisesta myydystä autosta, jos raja ylittyy. (European commission n.d.).

3.2 Euro-päästöluokitukset

Täällä hetkellä ympäristölle haitallisten pakokaasujen määrää ohjaa Euro 6 päästöluokitus. Bensiini ja Diesel käyttöisille henkilöautoille on omat raja-arvonsa. Euro päästöluokitukset koskevat myös hybridautoja. Euro 6 päästöluokitus tuli voimaan syyskuussa vuonna 2014. Euro päästöluokitukset alkoivat vuonna 1992, kun Euro 1 päästöluokitus tuli voimaan. Tämän jälkeen vaatimukset ovat kiristyneet.

neet ja tarkentuneet vuosi vuodelta (taulukko 1) ja (taulukko 2). Tyyppihyväksyntävaiheessa päästöjen tulee olla alle rajan ja toistettavissa. Mittaukset tehdään laboratorio olosuhteissa. (Autotuojat ja -teollisuus ry n.d.).

Päästöjen lukumäärää kuvataan g/km yksiköllä ja taulukoista (Taulukko 1) ja (Taulukko 2) näkee, että rajat ovat tiukentuneet päästöluokkien päivittyessä uudempaan, mutta myös uusia mitattavia arvoja on tullut. Päästöluokkia Euro 6 ja tulevaa Euro 7 verrattaessa bensiinikäyttöisten henkilöautojen PM eli hiukkaspäästöjen massa on ainoa, jonka raja-arvo pienenee. Dieselautoissa uudeksi mitattavaksi tulee NMHC eli hiilivetyjen massa ilman metaania, joka on jo bensiinikäyttöisissä autoissa ollut vaatimuksena mitata Euro 5 päästöluokasta alkaen.

TAULUKKO 1. Bensiinikäyttöisten henkilöautojen Euro päästöluokat (Autotuojat ja -teollisuus ry n.d.).

| Luokitus | CO (hiilimonksidi) | HC (hiilivedyt) | NMHC (hiilivedyt ilman metaania) | NOx (typen oksidit) | HC+NOx (Hiilivetyjen ja typen massa) | PM (Hiukkaspäästöjen massa) | PN (hiukkasten lukumäärä per kilometri) |
|----------|--------------------|-----------------|----------------------------------|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------|---|
| Euro 1 | 3,16 | | | | 1,13 | | |
| Euro 2 | 1 | | | | 0,5 | | |
| Euro 3 | 0,66 | 0,2 | | 0,15 | | | |
| Euro 4 | 0,5 | 0,1 | | 0,08 | | | |
| Euro 5 | 0,5 | 0,1 | 0,068 | 0,06 | | 0,005 | |
| Euro 6 | 0,5 | 0,1 | 0,068 | 0,06 | | 0,005 | 6×10^{11} |
| Euro 7 | 0,5 | 0,1 | 0,068 | 0,06 | | 0,0045 | 6×10^{11} |

TAULUKKO 2. Dieselukäyttöisten henkilöautojen Euro päästoluokat (Autotuojat ja -teollisuus ry n.d.).

| Luokitus | CO (hiili- monksidi) | NMHC (hiili- vedyt ilman metaania) | NOx (ty- pen oksi- dit) | HC+NOx (Hiilivetyjen ja typen massa) | PM (Hiukkas- päästöjen massa) | PN (hiukkasten lukumäärä per kilometri) |
|----------|-------------------------|--|-------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Euro 1 | 3,16 | | | 1,13 | 0,18 | |
| Euro 2 | 1 | | | 0,7 | 0,08 | |
| Euro 3 | 0,66 | | 0,5 | 0,56 | 0,05 | |
| Euro 4 | 0,5 | | 0,25 | 0,3 | 0,025 | |
| Euro 5a | 0,5 | | 0,18 | 0,23 | 0,005 | |
| Euro 5b | 0,5 | | 0,18 | 0,23 | 0,005 | 6x10 ¹¹ |
| Euro 6 | 0,5 | | 0,08 | 0,17 | 0,005 | 6x10 ¹¹ |
| Euro 7 | 0,5 | 0,068 | 0,08 | 0,17 | 0,0045 | 6x10 ¹¹ |

3.3 EURO 6

Euro 6 päästoluokituksessa on tapahtunut useita vaatimusten muutoksia ja tarkennuksia vuoden 2015 jälkeen. Päästölukitusten vaatimukset koskevat päästöjen testaustapoja, jotta päästöt olisivat todellisenmukaiset myös auton todellisen käytön aikana. Euro 6 päästöstandardin voi jakaa viiteen eri kehitysasteseen (kuva 2)

Isona muutoksena voidaan pitää Euro 6b:stä siirtymistä Euro 6c:hen vuonna 2018 jolloin päästöjen mittaustapa muuttui NEDC:sta WLTC:hen. Molemmat mittaustavat ovat laboratorio-olosuhteissa tehtäviä mittauksia. NEDC mittaustavassa on erilaista kaksi ajosykliä, joissa dynamometrillä simuloidaan ajovastuksia, kuten kitkaa ja ilmanvastuksia. WLTC mittaustavassa on neljä eri ajosykliä, joissa simuloidaan neljä eri ajonopeutta eli hidas, keskinopea, nopea ja erittäin nopea. Ajosykliä aloitetaan kylmällä moottorilla 23°C asteen ulkolämpötilassa. NEDC mittaustavassa ei oteta huomioon auton varusteiden kulutusta esimerkiksi auton ilmastoinnista, kuten WLTC:ssä otetaan (Emitech Group. n.d.).

WLTC mittaustapaa ei voi kuitenkaan pitää realistisena, vaikka se onkin parempi kuin NEDC. Oikeassa liikenteessä ja olosuhteissa vaihtelua on paljon ja sen simulointi laboratoriossa on mahdotonta. Tämän takia Euro 6c luokitukseen siirryttäessä alettiin myös testaamaan päästöjä oikeassa liikenteessä, jota kutsutaan nimellä RDE. Näitä ei vielä tässä vaiheessa sovellettu päästörajoihin. Euro 6d päästöstandardiin siirryttäessä vuonna NOx ja hiukkasten lukumäärää alettiin soveltamaan RDE testin kautta päästörajoihin. RDE-testauksen ja sen huomioon ottaminen Euro 6 päästöstandardissa on muuttunut tämän jälkeen useasti. (Emitech Group. n.d.).

Muita Euro 6 koskevia alusta alkaen olleita sekä myöhemmin tulleita päästöstandardeja on esimerkiksi hiilivetyjen haihtumisen mittausta, tyhjäkäynnin CO päästöt ja kampikammion päästöt bensiiniautoille. Kestävyydesti 100000:n ajatun kilometrin jälkeen, jolloin päästöt ei saa mennä yli rajojen. Tehon ja väännön mitaus moottoreista sekä myös sähkömoottoreista. Auton itsediagnostiikkajärjestelmän eli OBD:n täytyy ilmoittaa, jos päästöihin liittyvissä laitteissa on vikaa. Myös polttoaineen kulutuksenseuranta auton käyttöajalta tuli pakolliseksi sekä plug-in hybridessä sähköajon kulutusta täytyy auton seurata. (Emitech Group. n.d.).

Euro 6d:n jälkeen on tullut vuonna 2025 Euro 6e-bis päästöstandardi, joka koskee plug-in hybridien päästönmittaustapaa. Vanhoissa standardeissa sähköajoa painotettiin liikaa eikä huomioitu tosielämän suurempaa polttomoottorilla ajoa. Päästölaskelmat ja kulutustiedot tulevat muuttumaan suuremmiksi uusissa tyyppihyväksytyissä plug-in hybrideissä (Traficom 2025).

Overview of Euro 6 developments

| | Euro 6b | Euro 6c | Euro 6d | Euro 6d-Temp | Euro 6d Full |
|--|---------|---------|---------|--------------|--------------|
| NDEC approval cycle | X | | | | |
| OBD Euro 6-1 | X | | | | |
| PN limit 6.10 ¹¹ | X | | | | |
| PN limit 6.10 ¹² | X | | | | |
| Evaporation test | X | X | X | | |
| In-service compliance - ISC | X | X | X | | |
| Emission at idle | X | X | X | X | X |
| Crankcase emission | X | X | X | X | X |
| Low temperature emission | X | X | X | X | X |
| Durability assessment | X | X | X | X | X |
| CO2 emissions, energy consumption, electric range | X | X | X | X | X |
| Powertrain power | X | X | X | X | X |
| Smoke opacity | X | X | X | X | X |
| Gaseous pollutants + PM + PN | X | X | X | X | X |
| WLTC homologation cycle | | X | X | X | X |
| PN limit 6.10 ¹¹ | | X | X | X | X |
| OBD Euro 6-2 | | X | X | X | X |
| RDE Nox compliance factor 2.1 | | | X | X | X |
| RDE PN compliance factor 1.0 | | | X | X | X |
| Evaporate testing (including parking) | | | | X | X |
| In-service conformity (ISC) with added RDE procedure | | | | | X |
| RDE Nox fcompliance factor 1.43 | | | | | X |

*PN: Particules Number per km

| | |
|--|--|
| | All engines |
| | Diesel engines only, including hybrids |
| | Spark ignition engines (petrol, LPG...), including hybrids |

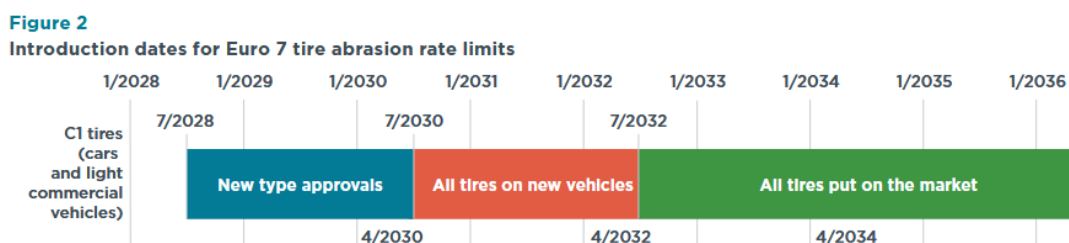


KUVA 2. Euro 6 päästöluokituksen aikana tulleet muutokset vuosina 2015-2024. Kuvasta puuttuu ladattavien hybridien Euro 6e luokitus. (Emitech Group n.d.)

3.4 EURO 7

Euro 7 päästöluokka tulee voimaan 29.11.2026 autojen tyyppihyväksynnässä. Vuoden päästä tästä kaikkien uusien ensirekisteröityjen autojen tulee olla tyyppi-hyväksytty Euro 7 päästöluokkaan eli siirtymäaikaa on vuosi. Euro 7 päästörajat henkilöautoissa eivät juurikaan laske, mutta esimerkiksi pienemmät hiukkaspartikkelit otetaan huomioon mittauksissa, joka nostaa pienhiukkasten määrää. Euro 6:ssa otettiin vain yli 23:n nanometrin halkaisijaltaan olevat partikkelit huomioon, mutta Euro 7:ssa otetaan jo 10:n nanometrin halkaisijaltaan olevat huomioon mit-tauksissa. Haihtumispäästöraja tulee putoamaan entisestään. Hiilivetyjen raja-arvoa lasketaan 2 g:sta 1,5 g:aan (Dornoff & Rodríguez 2023).

Euro 7 päästöluokituksessa otetaan myös huomioon jarrujen ja renkaiden hiuk-kaspäästöt. Jarrujen hiukkaspäästöt saavat olla sähköautoissa 3 mg/km, joka tu-lee myös voimaan kaikkiin muihin henkilöautoihin vuonna 2035. Muilla voiman-lähteillä liikkuvissa autoissa raja on vuoteen 2029 asti 7 mg/km. Renkaiden hiuk-kaspäästörajoja ei vielä ole päätetty. Renkaat täytyy tyyppihyväksyttää ja kulu-misnopeus ei saa olla testissä liian suuri. Renkaita (kuva 3) aletaan tyyppihyväk-syttää Euro 7 luokkaan vuonna 2028 ja vuonna 2030 uusissa autoissa tulee olla tyyppihyväksytyt renkaat. Vuonna 2032 kaikkien markkinoilla olevien renkaiden tulee olla tyyppihyväksytyjä (Dornoff & Rodríguez 2023).



KUVA 3. Euro 7 renkaiden tyyppihyväksyntä alkaa vuonna 2028, vuodesta 2030 lähtien niiden tulee olla uusissa autoissa ja vuonna 2032 kaikkien markkinoilla olevien renkaiden tulee olla tyyppihyväksytyjä (Dornoff & Rodríguez 2023).

Autojen käyttöiän tulee myös olla suurempi Euro 7 standardissa. Euro 6:ssa se oli 5 vuotta tai 100000 km. Euro 7:ssa on normaali käyttöikä 8 vuotta ja 160000 km sekä pidennetty käyttöikä 10 vuotta ja 200000 km. Auton tulee pysyä siis määrättyissä päästöissä normaalin käyttöiän ajan, mutta pidennetyn käyttöiän aikana päästöt saavat nousta 1,2 kertaisiksi. Ladattavien autojen akuille on määri-tetty kaksi eri käyttöikätaasoja eli 5 vuotta tai 100000 km, jolloin akun energian varastoitikyvyyn tulee pysyä yli 80 % verrattuna uuteen. Toinen raja on 8 vuotta

tai 160000 km jolloin akun energian varastoitakyvyn tulee pysyä yli 72% verrattuna uuteen. Akun kuntotiedot tulee olla myös auton käyttäjän saatavilla Euro 7 standardissa. Myös auton käyttöiän ajalta olevat kulutuslukemat tulee olla käyttäjän saatavissa, kun Euro 6:ssa ne piti vain tallentua autoon ja tämä koskee kaikkia käyttövoimia (Dornoff & Rodríguez 2023).

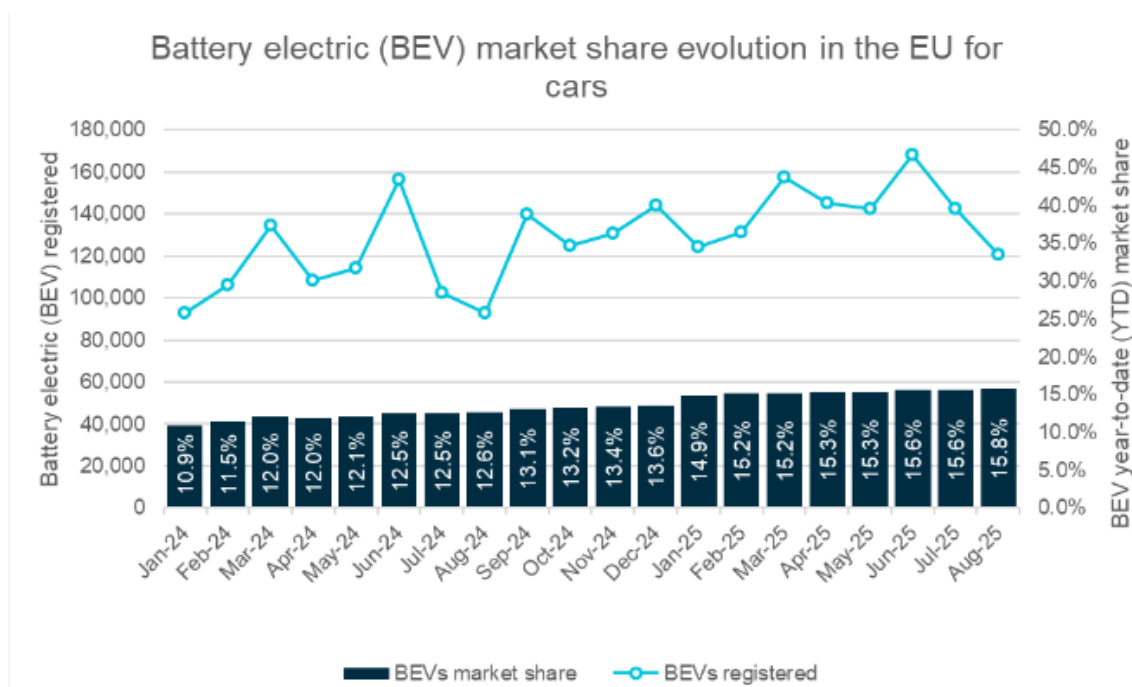
Auton tulee myös seurata NOx ja PM päästöjä, jos ylitys on yli 2,5-kertainen sen tulee tallentua auton muistiin. Merkittävistä päästönylityksistä pitää syttyä merkivalo kuljettajalle sekä korjaustoimenpiteitä vaativa mekanismi, jotta auto ongelma korjataan riittävän nopeasti. Merkittävää päästöylitystä Euro 7 standardi ei ole määritellyt tarkemmin. (Dornoff & Rodríguez 2023).

Euro 7G luokka tulee myös, joka merkitsee sitä, että autolla voi ajaa täysin päästöttömästi vähintään 5 km päästöttömällä alueella. Auton tulee myös sisältää järjestelmä, jolla se tunnistaa tällaisen alueen eikä käytä polttomoottoria. Autossa siis saa olla polttomoottori, mutta sen täytyy täyttää muut kriteerit. (Dornoff & Rodríguez 2023).

3.5 Päästöstandardien vaikutus uusien autojen sähköistymiseen EU-alueella 2025–2035

Vuonna 2035 voimaan EU-alueella tuleva polttomoottoriautojen kieltö tarkoittaa käytännössä sitä, että uusien myytävien autojen tulee olla BEV eli akkusähköautoja. EU ei tue mitään muita päästöjä vähentäviä teknologioita tämän jälkeen, kuten plug-in hybridit, toimintamatkaa laajentavia teknologioita tai vetypolttokenoja. Muilla markkina-alueilla ei ole vielä päätetty polttomoottoriautojen myyntikielloista kuin EU:ssa (ACEA 2025).

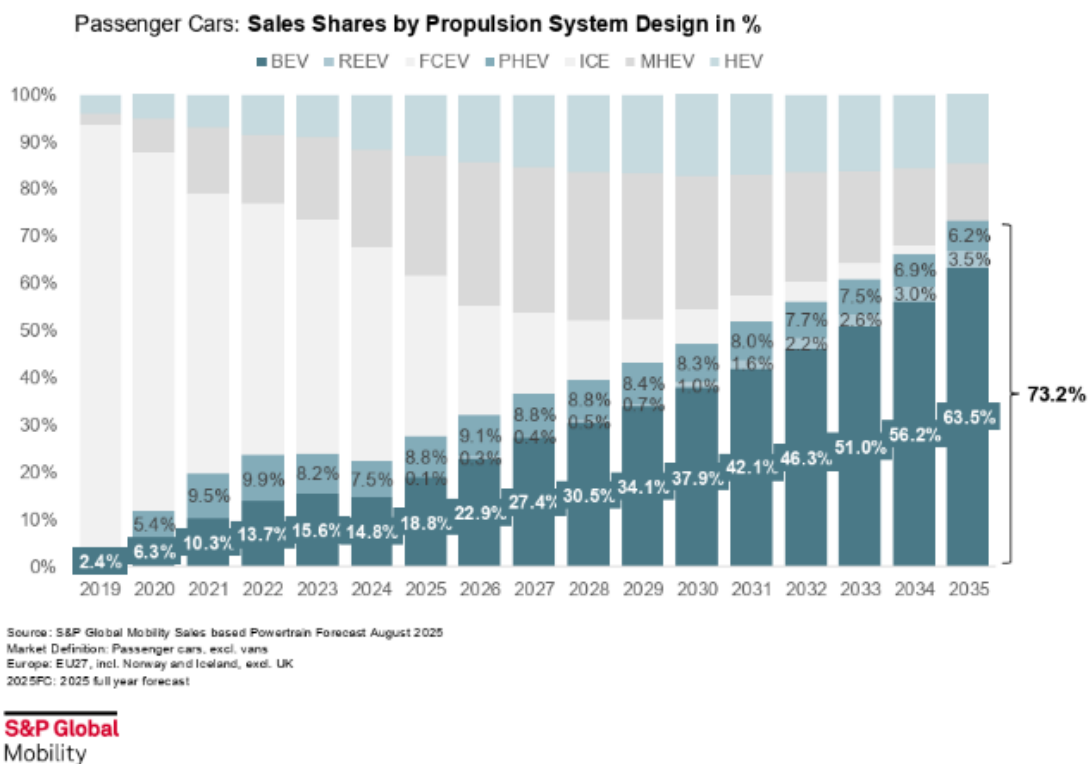
Uusien sähköautojen myyntiosuus on vielä erittäin pieni EU-alueella, kun sen pitäisi olla 100 % vuonna 2035 (kuva 4). Esimerkiksi elokuussa 2025 osuus oli vain 15,8 %, vaikka osuus on nousussa. Vuoden 2025 sähköautojen myyntiosuuden tavoite EU-alueella oli 25 % ennen kuin tähän tehtiin muutos, jolloin siirtymäajaksi on tullut 2025–2027 (ACEA 2025).



KUVA 4. Uusien sähköautojen myyntimäärät ja prosenttiosuus kaikista autoista EU-alueella tammikuu 2024 – elokuu 2025 (ACEA 2025).

Syyskuussa 2025 tehdyn ennusteen (kuva 5) mukaan sähköautojen myyntiosuus EU-alueella sisältäen lisäksi Norjan ja Islannin olisi realistisesti 63,5 %:a vuonna 2035. Autokannan sähköistymisessä on myös suuret erot maiden välillä. Pienet ja vauraat maat sähköistyvät tasaisesti kuten pohjoismaat. Etelä-, keski- ja itä-Eurooppa jäävät kehityksessä huomattavasti jälkeen (ACEA 2025).

Ongelmia autokannan sähköistymiseen aiheuttaa ACEAn mukaan pelkästään uusien autojen päästöjen laskemiseen pyrkiminen eikä koko autokannan. Kysyntää sähköautoille ei ole riittävästi tarjontaan nähden, koska infrastruktuuri ei ole vielä valmis, kokonaiskustannukset omistamisesta ovat korkeat eikä kannustimia sähköauton hankintaan ole riittävästi. Riippuvuus kiinalaisesta akkuteknologiasta, koska kilpailukykyisen eurooppalaisen akkutuotannon kehitys tulee viemään vuosikymmeniä. Oletukset autokannan sähköistymisestä ovat olleet liian optimistisia ja toteutustavat sekä tavoitteet tulisi EU:n uudelleenarvioida. ACEAn mukaan 2030 ja 2035 päästötavoitteet eivät ole enää saavutettavissa (ACEA 2025).



KUVA 5. Eri käyttövoimien markkinaosuuksien ennuste vuoteen 2035 asti. Sähköautojen realistinen osuus ennusteen mukaan on vain 63,5 % (ACEA 2025).

4 SÄHKÖAUTON AKKUJA KOSKEVAT ASETUKSET

Autoissa voi olla kahta erityyppistä akkua 2023 julkaistun EU asetuksen (kuva 6) mukaan. Jokaisessa autossa on vähintään SLI akku, jonka määritelmä, että se toimii virtalähteenä starttimoottorille, valoille ja sytytykselle. Yleensä myös muille auton sähkölaitteille. Sähköisten ajoneuvojen akku kuuluu luokkaan L. Tällaisen akun paino on yli 25 kg. Sen määritelmänä on antaa virtaa sähkömoottoriin, joka liikuttaa autoa eli se koskee myös hybridiautojen akkuja (TÜV SÜD AG 2025).

Table 1.2 EU Regulation (EU) 2023/1542 Implementation timeline



KUVA 6. EU:n akkuasetus tuli voimaan vuonna 2023 ja se otetaan vaiheittain käyttöön. Asetus koskee muitakin akkuja, kuin sähköauton akkuja (TÜV SÜD AG 2025).

Vuodesta 2024 lähtien kaikissa akuissa täytyy olla CE-merkintä, jolla valmistaja lupaa, että akku täyttää EU:n turvallisuus, terveys ja ympäristönsuojeluvaatimukset. Tiettyjen kemikaalien käyttö kiellettiin akuissa. Akkujen suorituskyvyille, kestävyydelle ja turvallisuudelle on myös määritelty standardit (TÜV SÜD AG 2025).

Akkujen turvallisuutta koskevia määräyksiä on 11 erilaista ja akkujen valmistajien tuli täyttää ne vuoteen 2024 mennessä testaamalla ne. Akun tulee kestää suuria lämpötilamuutoksia ilman suuria sisäisiä muutoksia. Akun tulee kestää ulkoinen oikosulku eli vikavirtasuojan tulee toimia ja akun kennojen kestää virtapiikki. Akussa tulee olla latausta valvoja järjestelmä, jotta akku ei hajoa ylilatauksesta. Akun tulee kestää ylipurkaustilanteessa riittävästi. Akussa tulee olla riittävästi

suojauksia ylikuumentumista vastaan. Akun tulee kestää yhden kennon lämpöpurkaus ilman, että se aiheuttaa ketjureaktiota muihin kennoihin. Akun tulee kestää riittävästi ulkoista räsitusta hajoamatta. Akun tulee kestää sisäinen oikosulku riittävän hyvin. Akun tulee kestää 85°C asteen lämpötila. Akun tulee sietää tulipaloa ilman, että se räjähtää. Kaikissa akkua koskevia määräyksiä testattaessa pitää ottaa huomioon akusta vapautuvat myrkyllisten kaasujen määrä (TÜV SÜD AG 2025).

Vuodesta 2025 alkaen sähköauton akuille on pitänyt myös laskea hiilijalanjälki koko elinkaaresta eli materiaalien louhimisesta, akun valmistamisesta, kuljetuksesta ja kierrätyksestä. Käytönaikaista hiilijalanjälkeä tähän ei lasketa mukaan. Akun tullessa elinkaaren loppuun sen materiaaleista tulee olla tietty osuus kierrätettävissä riippuen akun tyypistä ja tämä rajoitus tiukkenee vielä 2030 asti tiettyjen materiaalien suhteen (TÜV SÜD AG 2025).

Vuodesta 2027 alkaen sähköauton akulla, joka on yli 2 kWh kapasiteetilla tulee olla ns. passi, jolla pystytään tunnistamaan akku yksilöllisesti ja seuraamaan sen elinkaarta. Siinä on qr-koodi, joista saa tiedon akun materiaaleista ja kemikaaleista, hiilijalanjäljen määrästä, oletetusta käyttöiästä, suorituskykytiedoista ja tietoa akun kierrätyksestä. Akun tulee myös olla helposti irrotettavissa ja vaihdettavissa ammattilaisen toimesta (TÜV SÜD AG 2025).

5 EU-PÄÄSTÖRAJOJEN VAIKUTUKSET AUTOMALLEIHIN JA AUTONVALMISTAJIEN SÄHKÖISTYMISSTRATEGIAT

5.1 BMW Group

BMW Groupiin kuuluu automerkit BMW, Mini ja Rolls-Royce. BMW on onnistunut saamaan päästöjään alhaiselle tasolle verrattuna suurimpaan osaan muista autonvalmistajista ja varsinkin CO₂/km päästöt autoa kohden vuonna 2024 oli vain 99,5 g CO₂/km. BMW valmistaa edelleen kaikenlaisilla käyttövoimanlähteillä olevia autoja eli bensiini, diesel, bensiini plug-in hybridi ja sähkömalleja. Vuonna 2028 tavoitteena on myös lisätä valikoimaan Toyotan kanssa kehitetty vedyllä toimiva polttonennotekniikka. (BMW Group 2025)

BMW:n täyssähköautot ovat aiemmin perustuneet pohjarakenteisiin, joita käytetään myös polttomoottoriautojen pohjarakenteena. Tämän hyvä puoli on se, että voidaan valmistaa samalla linjastolla mahdollisimman montaa erilaista mallia eri voimansiirtovaihtoehtoilla. Kaikkia malleja pystytään valmistamaan kaikilla käyttövoimilla huolimatta siitä, että minkä arkkitehtuurin pohjalle auto on valmistettu. Tämä helpottaa sitä, että eri markkinoille pystyy tekemään erilaisia autoja riittävän määrän eri käyttövoimilla. Esimerkiksi autojen sähköistyminen on aivan eri tasolla eri puolilla maailmaa. (BMW Group 2025)

Vuonna 2025 BMW julkaisi uuden Neue Klasse sähköauto pohjarakenteen, jota aletaan valmistamaan uudella tehtaalla Unkarissa. Pohjarakenteelle on tarkoitus tehdä kuusi erilaista mallia seuraavan kahden vuoden sisään. Neue Klassen sähköisen Gen 6 voimalinjan komponentteja on myös tarkoitus käyttää muissa BMW:n autoissa tulevaisuudessa. (BMW Group 2025)

Gen 6 tekniikkaan BMW on kehittänyt paremman akun, joka on noin 30 % nopeampi ladata ja ajokantama on 30 % pidempi. Akusta on myös saatu ohuempi, koska akkukotelossa on vain sylinterin mallisia kennoja, joilla saadaan akusta noin 20 % energiatehokkaampi. Akkumoduulit on siis jätetty pois, joka tekee siitä akusta yksinkertaisemmän. Akku on myös osana auton kantavaa rakennetta. Ak-

kujen valmistus tulee tapahtumaan myös lähellä autotehtaita viidessä eri paikassa alihankkijalla. Akun ohjausyksikkö on BMW:n täysin itse suunnittelema ja valmistama, joka mahdollistaa älykkään energiankäytön sekä sen kehittämisen ja päivittämisen tulevaisuudessa. Myös muita sähköiseen voimalinjaan tulevia osia BMW valmistaa itse, kuten sähkömoottoreiden roottorit ja staattorit, vaihteiston, invertterin ja kotelon (BMW Group & Marxt 2025).

Neue Klassen koko sähköjärjestelmä tehdään modulaarisista rakennuspalloista, joka tarkoittaa sitä, että erilaisia mallivariaatiota pystyy tekemään helposti. Esimerkiksi eritehoisia ja akkukoolta olevia autoja pystyy tekemään sarjatuotantona, joka säästää kustannuksissa tuotekehityksessä sekä tuotannossa (BMW Group & Marxt 2025).

BMW panostaa myös akkujen kierrätykseen yhteistyössä SK tes:n kanssa. Vanhoista loppuun käytetyistä akuista otetaan talteen koboltti, nikkeli ja litiumi uusien akkujen valmistusta varten (BMW Group & Marxt 2025).

BMW:n mukaan Neue Klasse mallien energiankulutus pienenee 40%, valmistuskustannukset laskevat 20% ja paino pienenee 10% aiempiin BMW:n sähköautoihin verrattuna (BMW Group & Marxt 2025).

Euro 7 päästöluokitus ei tule vaikuttamaan BMW:n moottorivaihtoehtoihin eli bensiini- ja dieselmootoreita tulee olemaan kaikissa polttomoottoripohjaisissa malleissa vielä myynnissä luokituksen voimaantulon jälkeen. BMW:n tuotekehitysjohdajan Frank Weberin mukaan edelleen vuonna 2025 esimerkiksi X5 mallin myydyistä autoista 80 % on varustettu dieselmootorilla, joten niille on edelleen kysyntää. Dieselmootorien kehitys ja myynti tulee kuitenkin loppumaan ennen bensiinimootoreita. Dieselmootorien valikoima on BMW:llä pienentynyt Euro 6 luokituksen aikana, koska kysyntä on ollut liian pientä esimerkiksi neljällä ahtimella varustetulle 3 litraiselle B57D30S0 dieselmootorille, jonka takia sitä ei kannattanut kehittää tiukempiin päästöluokituksiin (Padeanu 2025).

BMW:n Motorsport divisioonan johtajan mukaan Euro 7 päästöluokitus ei tule poistamaan isoja bensiinimootoreita BMW:n valikoimista esimerkiksi M-divisioonan 6- ja 8 sylinteriset moottorit tulevat säilymään valikoimissa. Moottoreita tulee

kuitenkin kehittää, jotta ne menevät vaatimuksista läpi ilman, että moottorien tehosta tingitään ja siinä on jo onnistuttu. Vaikein haaste täyttää Euro 7 vaatimukset korkeatehoisissa moottoreissa on lämmönsiirron toteutus ilman, että se tehdään ylimääräisellä polttoaineen syötöllä, kuten aiemmin on tehty (Boeriu 2025).

Vaikka BMW tulee tekemään Euro 7 päästöluokituksen aikana lähes samanlaisia moottoreita kuin Euro 6 aikana niin väistämätöntä on se, että autoista yhä suurempi osa tulee olemaan vähintään plug-in hybridejä vuoden 2029 jälkeen, koska CO₂ tavoitteisiin ei pääse mitenkään polttomoottoriautoja myymällä. BMW on panostanut sähköautoihin paljon, jolla keskimääräistä CO₂ päästöä saadaan pienennettyä ja tällä hetkellä suunta on riittävästi alaspäin. Muutos tulee olemaan suuri BMW:n autovalikoimassa seuraavan 10 vuoden aikana, jos vuonna 2035 polttomoottorien myyntikielto tulee EU-alueelle, koska osa malleista on suosittuja polttomoottorien takia muihin valmistajiin verrattuna.

5.2 BYD

BYD on kiinalainen yritys, joka oli aluksi tunnettu akkujen kehittämisestä ja valmistamisesta. Vuonna 2005 se alkoi valmistamaan autoja ja muita ajoneuvoja. BYD Henkilöautot tulivat Euroopan markkinoille vuonna 2022 ensimmäisen kerran. BYD on myynyt EU-alueella pelkästään bensiinimoottorilla olevia plug-in hybridejä ja sähköautoja. (BYD 2022). Kaikkien autojen ollessa sähköisellä voimanlähteellä BYD alittaa helposti päästörajoitukset EU-alueella, eikä sillä ole samanlaisia haasteita, kuten pitkään markkinoilla olevilla autonvalmistajilla. BYD saa myös hyötyä rahallisesti Nissanilta vuonna 2025 myymällä päästövähennyksiä. Nissan ja BYD jakavat siis autojen keskiarvopäästöt, jolla Nissan pääsee tavoitteisiin ilman, että joutuu maksamaan sakkoja EU:lle (Randall 2025).

BYD on alkanut jo siirtämään Euroopan markkinoille tehtävien autojen tuotantoa Eurooppaan. Kiinasta Eurooppaan tuotaville autoille on 17 % tullimaksu, joten on järkevämpää tehdä autot Euroopassa. Kiinan markkinoilla hintakilpailu on myös kovaa, joten Eurooppaan laajentuminen tärkeää yritykselle. Unkarissa olevalla tehtaalla autoja on tehty jo jonkin aikaa ja 2025 loppuun mennessä tuotannon kapasiteetti pitäisi olla noin 200000 autoa vuodessa. Turkkiin on tulossa toinen

tehdas ja kolmatta tehdasta suunnitellaan myös jonnekin päin Eurooppaa (Business Insider 2025).

BYD:n tämänhetkiset sähköautomallit ovat tehty e-Platform 3.0 alustalle, joka tuli myyntiin vuonna 2023. Siihen kuuluu Blade-akku, joka on integroitu auton pohjaan ja toimii osana auton korirakennetta. Akussa on hunajakennomainen rakenne, jossa on ylä- ja alareunassa korkeanlujuudenpaneelit, joka vahvistaa akun jäykkyyttä pystysuunnassa. Akku kaksinkertaistaa auton korin lujuuden, joka on turvallisuuden kannalta hyvä tärkeää kolaritilanteessa. Akku on LFP-akku eli litium-rautafosfaattikemialla, jonka ominaisuuksia ovat hidas lämpiäminen ja pieni lämmöntuotto sekä se kestää yli 5000 latausykliä, joka on paljon. Akku on myös testattu naulanläpäisytestillä, jossa akkuun tehdään sisäinen oikosulku. Testi vastaa kolaritilannetta, jossa akusta pääsisi läpi esimerkiksi metallikappaleita. Akun pinnan lämpötila nousi testissä vain 30–60°C astetta eikä savua tai liekkiä akun sisältä tullut eli kolaritilanteessa akku ei todennäköisesti syty palamaan heti (BYD n.d).

E-platform 3.0 kehittämiseen kuuluu myös 8 in 1-sähköinen voimalinja, jossa yhdistettyä auton ohjausyksikkö, akunhallintajärjestelmä, virranjakeluyksikkö, ajomoottori, moottorinohjain, vaihteisto ja auton sisäinen latausjärjestelmä. BYD:n mukaan auton hyötysuhde on tämän ansiosta 89 %. BYD on kertonut, että järjestelmä on 16% pienempi, 10% kevyempi ja materiaali- sekä kokoonpanokuluissa on säästetty (BYD 2023).

5.3 Ford Motor Corporation

Ford on ollut Euroopan markkinoilla yli 100 vuotta. Se myy tällä hetkellä bensiini-autoja, plug-in hybridejä ja sähköautoja. Ford on huomannut henkilöautojen myynnin vaikeutuneen Euroopassa jo muutaman vuoden ennen vuotta 2025. Suurin syy Fordin mukaan tähän on CO₂ päästörajoitusten tiukentuminen ja kulluttajien vähäinen sähköajoneuvojen kysyntä (Ford HQ 2024). Vuonna 2024 tammi-kesäkuun Fordin CO₂ päästöt per henkilöauto olivat 125 g CO₂/km eli EU-alueella korkeimmat isoista autonvalmistajista. Fordin keskiarvoiset vuoden 2024 CO₂ päästöt olivat noin 30 g korkeammat, kuin 2025 tavoite. (Randall 2024).

Fordin tulisi siis myydä huomattavasti enemmän vähäpäästöisiä autoja eli sähköautoja ja plug-in hybridejä päästökseen tavoitteeseen, joka tuskin on realistinen Fordille. Välttääkseen EU:n sakot Ford tulee jakamaan CO₂ päästöt Teslan kanssa eli se tulee ostamaan päästövähennyksiä Teslalta vuonna 2025 (Piovacari 2025).

Ford ja Volkswagen tekivät yhteistyösopimuksen vuonna 2020 (kuva 7), joka auttaa Fordia henkilöautomalliston sähköistymisen kannalta Euroopassa saamalla Volkswagenilta MEB pohjalevyn ja sähkövoimalinjan. MEB-pohjalevyllä olevia autoja oli tarkoitus valmistaa 600000 kappaletta vuosittain alkaen 2023 vuodesta. Volkswagen taas sai Fordilta suunnittelun ja valmistuksen Transporter- paketti-autoon ja Amarok-lava-autoon. Yhteensä näitä kaikkia malleja molemmat yritykset arvioivat valmistettavan noin 8 miljoonaa kappaletta. Yhteistyön tarkoitus on säästää suunnittelu- ja valmistuskustannuksissa sekä helpottaa autojen myyntiä maailmanlaajuisesti (Ford Media Center, 2020).

Ford, Volkswagen Joint Projects Agreement



KUVA 7. Ford ja Volkswagen vuoden 2020 yhteistyössä suunnitellut ajoneuvot. (Ford Media Center 2020)

Fordin Varapuheenjohtajan John Lawlerin (2024) mukaan Euroopasta ja Saksasta puuttuu selkeä toimintaohjelma sähköisen liikkuvuuden edistämiseksi esi-

merkiksi julkiset investoinnit latausinfrastruktuuriin, kannustimet kuluttajille sähköajoneuvoihin siirtymiseen, valmistajien kilpailukyvyyn parantaminen ja joustavuus CO₂ päästötavoitteiden saavuttamisessa (Ford HQ 2024).

Ford on joutunut tekemään päätöksen vähentää 4000 työpaikkaa Euroopassa vuosien 2025 ja 2027 aikavälillä, jotta saisi kustannuksia alas ja pystyäkseen kilpailemaan Euroopan markkinoilla tulevaisuudessa. Ford on kehittänyt sähköautojen valmistusta Euroopassa viimeisen neljän vuoden aikana neljällä miljardilla dollarilla esimerkiksi työntekijöiden kouluttamiseen sekä Saksan Colognen tehtaan muuttaminen sähköautojen valmistukseen sopivaksi (Ford HQ 2024). Colognen tehtaalla tehdään Explorer ja Capri sähköautoja, joissa on Volkswagenin MEB pohjarakenne, mutta autot eivät myy yhtä hyvin kuin odotettiin, joten tuotantoa ja työpaikkoja vähennetään. Fordilla on myös täysin itse kehitettyjä sähköautomalleja Euroopan markkinoilla, mutta niitä en käsittele työssä, koska ne ovat jo markkinoille tullessaan kilpailijoita jäljessä.

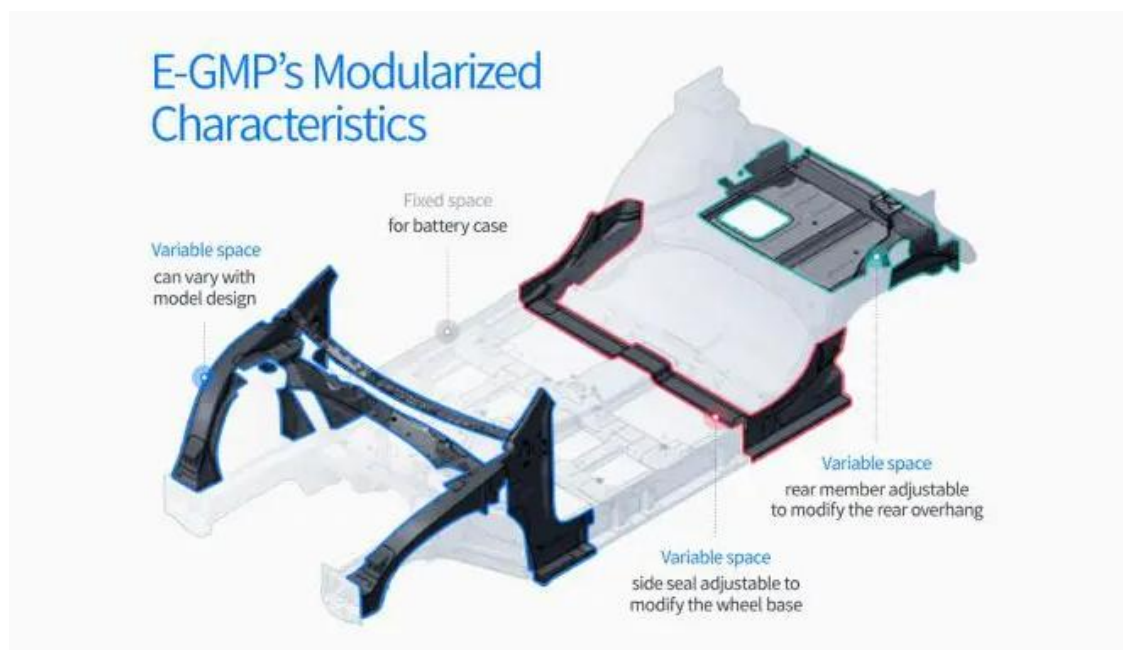
5.4 Hyundai Motor Group

Hyundai Motor Groupiin kuuluu Hyundain lisäksi Kia ja Genesis Automerkit. Suomessa myydään vain Hyundaita ja Kiaa, joten tässä käsitellään niitä. Molemmat merkit myyvät suomessa uutena bensiiniautoja, bensiinikäyttöisiä plug-in hybridejä ja sähköautoja. Hyundai Groupin yhden ajoneuvon keskiarvoiset CO₂ päästöt Euroopassa vuonna 2024 tammi-helmikuussa olivat 108 g CO₂/km eli vuoden 2025 tavoitteesta vain 13 grammaa (Randall 2024). Molemmat merkit ovat vähentäneet lähiaikoina paljon pelkkien polttomoottoriautojen myyntiä ja lähes kaikista polttomoottorimalleista löytyy vähintään 48 voltin kevythybridijärjestelmä. Sähköautomallisto on myös kasvanut paljon viime vuosina.

Hyundai esimerkiksi lopetti i30N ja i20N mallin myynnin Euroopassa vuonna 2024, koska autoissa oli korkeavirtteiset bensiinimoottorit, joissa oli korkeat CO₂ päästöt. Vuosimallin 2020–2024 i30N WLTP CO₂ päästöt olivat 182–191 g/km, joka on korkea verrattuna vuoden 2025 95 g/km tavoitteeseen (Holding 2024).

Hyundai ja Kia ovat hyvissä ajoin alkaneet kehittämään Euro 7 päästörajoihin meneviä malleja ja jo 2025 loppuvuodesta tulevan bensiinimoottorilla sekä kevythybridijärjestelmällä varustettu Hyundai Kona on Euro 7 säännösten mukainen. Siirtymä Euro 7 malleihin tulee molemmilla merkeillä hyvissä ajoin ennen muita valmistajia (Shin & Kim 2024).

Hyundailla ja Kialla on ollut jo vuodesta 2021 alkaen oma sähköautoalusta E-GMP, jonka pohjalle oli tulossa 23 erilaista sähkökäyttöistä mallia viiden vuoden sisään. Rakenteessa on auton ajoakku pohjassa vahvistamassa rakennetta sekä myös madaltamassa auton painopistettä. Rengastilat, sivupaneelit, auton takaosa, korkeus, akseliväli, etu- ja takaylitys ovat muokattavissa autossa, joilla automalleista saa huomattavan erikokoisia ja näköisiä (kuva 8). Alun perin sähköautorakenne esiteltiin taka- tai nelivetona ja 800 voltin sähköjärjestelmällä (Hyundai 2021). E-GMP rakenteelle tuli kuitenkin Kialta etuvetoinen ja 400 voltin sähköjärjestelmällä oleva EV3 malli, joka on pienin ja halvin rakenteelle valmistettu automalli (KIA 2024).



KUVA 8. E-GMP:n muokattavat osat mahdollistavat erilaisten autojen valmistuksen samalle perusrakenteelle (Hyundai 2021).

Hyundai on kehittänyt jo 28 vuoden ajan vetyautoja sekä myös myynyt niitä. 2026 esitellään uusi Hyundai NEXO, jossa on vetyä polttoaineena käyttävä poltto-

kenno. Polttokenno tuottaa sähköä auton sähkömoottoreille ja korkeajänniteakulle. Hyundaiin mukaan auto kuuluu sähköisten ajoneuvojen luokkaan, ja siitä ei tule ajonaikaisia päästöjä. Auton toimintasäde (WLTP) on 826 km ja sen tankkaus onnistuisi noin viidessä minuutissa. (Hyundai 2025). Polttokennoauto olisi hyvä tapa tehdä nollapäästöautoja ja saada kokonaispäästöjä alas. Sen ongelmana on tankkausasemien puute sekä auton korkeampi hinta verrattuna samantyyppiseen polttomoottori tai sähköautoon. Näiden ongelmien takia vetyauto ei tule olemaan ainakaan lähivuosina ratkaisu Hyundaiin päästöjen laskun kannalta.

Vuonna 2027 voimaan tulevan EU:n asetuksen, jossa tulee pakolliseksi korkeajänniteakun seurantajärjestelmä ja muita akkua koskevia tietoja. KIA on ottanut testattavaksi järjestelmän vuonna 2025 ensimmäisenä autonvalmistajana julkisesti. Akun diagnostiikkajärjestelmän on valmistanut Dukosi. Järjestelmää testataan KIA EV3 testiautossa, josta sitä olisi tarkoitus kehittää toimimaan kaikissa EU-markkinoille myytävissä sähköautoissa. Järjestelmä mittaa jokaisen akun kennon kuntoa reaaliaikaisesti, joka on EU:n vaatimusten yli menevä tieto, koska vaatimuksena on vain koko akuston kunnan mittaaminen ja tiedon tallentaminen. Tiedon pystyy saamaan auton tietoviihdejärjestelmästä esille. Kia testaa ja kehittää tätä järjestelmää, koska haluaa tehdä kuluttajille akun kunnan tarkkailusta helpompaa, pienentää akun korjauskustannuksia ja pidentää akun käyttöikä. (KIA 2025). Tällainen järjestelmä voi vähentää kuluttajien epäluuloista suhtautumista sähköauton ostoon, koska tällä hetkellä sähköauton akun kunnosta kuluttaja ei saa mitään tietoa ennen kuin autoon tulee vikakoodi viasta.

5.5 Mercedes-Benz Group

Mercedes-Benz Groupin alla toimii merkit Mercedes-Benz, Mercedes-AMG, Mercedes-Maybach ja Smart. Smartista puolet omistaa geely. Mercedeksellä on eniten erilaisia käyttövoimavaihtoehtoja kaikista autonvalmistajista. Kaikkien uutena vuonna 2025 Suomessa myytävien Mercedeksen kaikkien bensiini- ja dieselmoottorien rinnalle tulee kevythybridijärjestelmä tai vaihtoehtoisesti plug-in hybridijärjestelmä. Sähköautoja on myös saatavilla lähes kaikissa kokoluokissa. Mer-

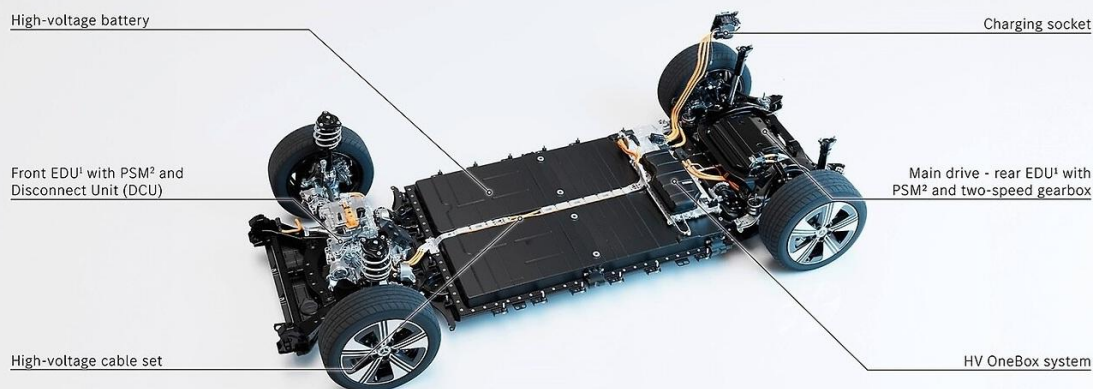
cedes-AMG ja Mercedes-Maybach malleja on vielä saatavilla pelkällä bensiini-moottorilla ilman sähköavustusta. Smart myy pelkkiä sähköautoja (Mercedes-Benz 2025).

Mercedes Groupin vuoden 2025 arvioidut CO₂ päästöt ovat rajaa huomattavasti korkeammat, koska alkuvuodesta 2025 Mercedes on aikonut muodostaa ryhmän Volvon ja Polestarin kanssa jakamaan CO₂ päästöt. Mercedes siis ostaa päästö-vähennyksiä Volvolta ja Polestarilta, jotta ei joudu maksamaan sakkoja EU:lle (Plantini 2025).

Mercedeksen suunnittelupäällikön Markus Schäferin mukaan tavoitteena on päivittää Euro 7 vaatimukseen kaikki vuonna 2025 myynnissä olevat 4- 6- 8- ja 12 sylinteriset moottorit. 4- ja 6 sylinteriset moottorit ovat jo viisi vuotta sitten suunniteltu tulevaa päästöstandardia varten ja niiden päivitys Euro 7 tasolle pitäisi olla suoraviivaista. Mercedeksellä on kuitenkin haasteena halvempien mallien saaminen Euro 7 tasolle, koska niissä on myydessä pienempi kate ja tuotekehitys maksaa liikaa. Uusi pienin 1,5 litrainen nelisylinterinen moottori ei täytä vaatimuksia ja sen ongelmana on myös se, että sitä ei saa suoraan muutettua plug-in hybridiksi (Katsianis 2025). On mahdollista, että Mercedes ottaa BMW:n 2 litraisen neljäsylinterisen B48 käyttöönsä lähitulevaisuudessa, joka täyttää Euro 7 vaatimukset ja hybridivoimalinja yhteensopivuuden. Tästä ei ole kuitenkaan varmaa tietoa saatavilla.

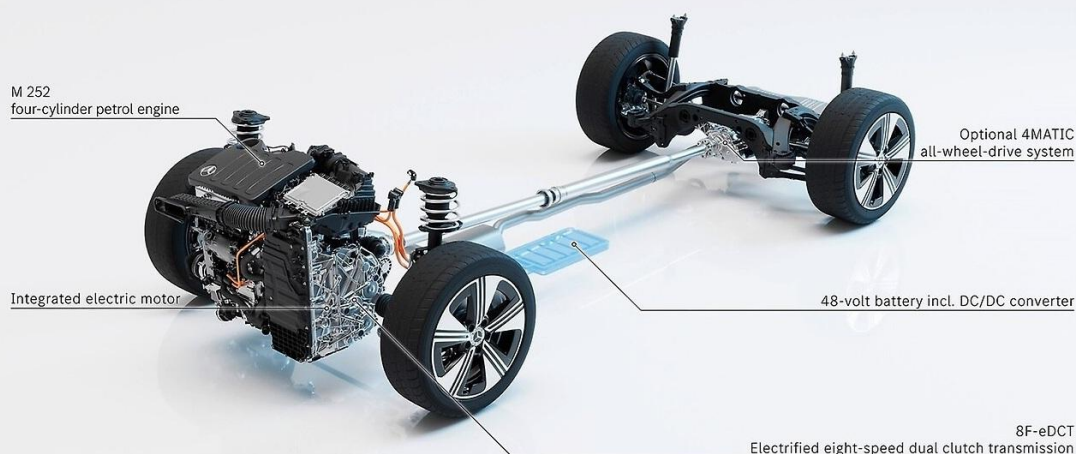
Mercedeksellä on jo vuoteen 2025 mennessä paljon erilaisia sähköautoja. Sähköautomallisto ei ole menestynyt, kuten on toivottu. Sähköautomalliston isoin ero tavallisiin polttomoottoriautoihin on ollut niiden ulkonäkö, joka on virtaviivainen pienellä ilmanvastuskertoimella, joka on mahdollisesti johtanut niiden pieneen kysyntään sekä myös korkea hinta. Mercedes on lopettanut vuonna 2024 EVA sähköauto pohjarakenteen kehityksen huonon myyntimenetyksen vuoksi. Tälle rakenteelle tehdään isoja luksusluokan autoja kuten EQE ja EQS mallit. Ratkaisuna ongelmaan Mercedes tulee poistamaan erilliset sähköautomallit ja tulevaisuudessa kaikkiin malleihin on saatavilla sähkö tai hybridivoimalinja (Magureanu 2025).

THE EFFICIENT MMA DRIVETRAIN FOR ALL-ELECTRIC VEHICLES FROM MERCEDES-BENZ



¹EDU: Electric drive unit | ²PSM: Permanently excited synchronous machine

THE NEW MERCEDES-BENZ HYBRID DRIVETRAIN



KUVA 9. MMA-pohjarakennetta käytetään sähköautolle sekä hybridiautolle (Mercedes-Benz 2024).

Mercedes on jo tehnyt myyntiin asti ensimmäisen mallin, joka on sähköauton pohjarakenteella, mutta on saatavana myös bensiinimoottorilla kevythybridinä Suomen ulkopuolella. Pohjarakenteen nimi on Mercedes Modular Architecture (MMA). Ensimmäisen pohjarakenteelle tehty malli on CLA, joka on Mercedesin pienimpiä ja halvimpia malleja. Suurimpana erona täyssähkössä ja hybridimal- lissa on, että perusmallina täyssähkö on takaveto ja hybridi on etuveto. Myös koko voimalinja sijaitsee eri päässä autoa molemmissa malleissa (kuva 9). Autot ovat myös saatavissa nelivetona, jolloin sähkömallissa on toinen moottori etupyö- rille ja hybridissä menee voimansiirto myös takapyörille asti (Mercedes-Benz 2024).

Sähköversion isoin saavutus on sen pieni kulutus 12 kWh/100 km nelivetoisena versiona, joka tarkoittaa 771 km toimintamatkaa WLTP-mittaustavalla isommalla 85 kWh akulla varustettuna. Matalaa kulutusta auttaa se, että etumoottori kytkeytyy pois päältä, jos sitä ei tarvita sekä kaksiportainen vaihteisto takamoottorille. Siinä on myös 800 voltin sähköjärjestelmä, jolla on mahdollista ladata jopa akkuun jopa 300 km edestä sähköä kymmenessä minuutissa. Autoa on saatavilla kahdella erilaisella akulla joista toinen on halvemmalla 58 kWh litiumrautafosfaattikemialla (LFP). Isompi 85 kWh akku on kalliimmalla nikkelimangaanikoboltti (NMC) kemialla, jonka energiatiheys 20 % parempi kuin LFP-akun. (Mercedes-Benz 2024).

5.6 Renault-Nissan-Mitsubishi Alliance

Renault, Nissan ja Mitsubishi yhteistyö on alkanut jo vuonna 1999, jonka tarkoituksena on parantaa niiden kilpailukykyä ja kannattavuutta. Merkit tekevät paljon yhteisiä kehitysprojekteja, joilla koitetaan vauhdittaa autojen kehitystä ja alentaa valmistuskustannuksia. Vuonna 2025 60 % merkkien automalleista jakavat yhteisen pohjalevyn ja muuta tekniikkaa (Renault-Nissan-Mitsubishi 2025).

Renault myy Euroopassa Bensiiniautoja, mutta niitä on saatavana kevythybridinä sekä ajossa latautuvia täyshybridejä. Plug-in hybridijärjestelmä on olemassa vain Rafale mallissa, eikä lisää ole todennäköisesti tulossa. Sähköautoja on jo montaa erilaista mallia. Renaultin alla toimii myös Dacia, jota ei tässä käsitellä erikseen vaan samat pätevät Daciaan, paitsi ettei Dacialla ole yhtään sähköautoa Suomessa myynnissä uutena, eikä plug-in hybridejä (Renault 2025).

Nissanin valikoimassa on kolme erilaista sähköautomallia ja kolme bensiinimoottorillista mallia, joihin on saatavilla kevyt- ja täyshybridijärjestelmät. Nissanilla myös saatavana e-POWER järjestelmä, jossa autoa liikuttaa sähkömoottorit, mutta bensiinimoottori tuottaa sähköä moottoreille ja akulle (Nissan 2025).

Mitsubishin autot jakaantuvat Mitsubishin kahteen omaan malliin, joita on pelkääntään saatavana Plug-in hybridinä. Muut Mitsubishin mallit perustuvat täysin Renaulteihin, joita on saatavana bensiinimoottorilla kevyt- ja täyshybridinä sekä yksi sähköautomalli (Mitsubishi Motors Corporation 2024).

Renault-Nissan-Mitsubishi olivat vielä vuonna 2024 yhdessä CO₂ päästöjen osalta EU-alueella ja tammikuu – kesäkuu 2024 keskiarvopäästöt menivät rajan alle 114 g CO₂/km (Randall 2024). 2025 Nissan joutuu yhdistymään BYD:n kanssa CO₂ päästöjen osalta, koska sen keskiarvopäästöt olivat alkuvuodesta kauimpana tavoitteesta kaikista Euroopan alueella myyvistä autonvalmistajista. Nissanin suurin ongelma CO₂ päästöjen alentamisessa on sen heikko sähköautojen myynti, joka on vain 6,5 % kaikista Nissanin EU-alueella myymistä autoista. Renault taas saattaa päästä 2025 tavoitteisiin ilman Nissanin tuomaa taakkaa (Randall 2025). EU antoi myös siirtymäaikaa tavoitteeseen 2027 asti, jolloin Renaultin vuoden 2025 pieni ylitys ei haittaa. Mitsubishista ei löytynyt tietoa sen keskiarvopäästöistä, mutta se johtuu todennäköisesti sen vähäisestä myynnistä EU-alueella.

Nissanin ja Renaultin polttomoottorilla varustetuista hybridimalleista ei tällä hetkellä mene alle 95 g CO₂/km, paitsi Renault Rafale. Esimerkiksi Renaultin vähäpäästöisin täyshybridi Renault Clio E-Tech hybrid 145 WLTP on 96-98 g CO₂/km. Nissanin uusi ePower järjestelmä ei myöskään auto riittävästi päästöjen vähennykseen, kun vähäpäästöisin mallin WLTP on 116 g CO₂/km. Tämän perusteella voidaan todeta, että näiden valmistajien suunnitelmana CO₂ päästöjen vähentämiseen on nopea siirtymä sähköautoihin.

Euro 7 päästöstandardista ei löytynyt juuri mitään Renault-Nissan-Mitsubishi allianssin suhteen muuten kuin, että Nissan on ilmoittanut lopettavansa moottorien kehityksen Euroopan markkinoille. Lähes varmasti Renault kehittää bensiinimoottoria Euro 7 luokkaan, koska autojen myynti vähenisi muuten liikaa.

Renault-Nissan-Mitsubishi allianssilla onkin jo olemassa viisi erilaista sähköautoalustaa, joiden pohjalle pitäisi tulla 35 erilaista sähköautomallia vuoteen 2030 mennessä. Kaksi näistä alustoista on tärkeitä maailmanlaajuisesti sekä myös Euroopassa. Muut kolme on pienempään markkinaan. CMF-EV alusta on isompi

näistä ja se tuli myyntiin ensimmäistä kertaa vuonna 2022 Renault Megane E-Tech Electricissä ja Nissan Aryassa. Suunniteltu tulevaisuuden valmistusmäärä oli 1,5 miljoonaa autoa vuodessa. CMF-EV:lle on tulossa yhteensä 15 erilaista mallia. Pienempi CMF-BEV alusta on jatkoa Renault Zoe mallille, josta saadaan säästettyä 33 % valmistuskustannuksissa. Tälle alustalle tehdään muun muassa Renault R5 ja Nissan Micra -malleja. Niitä oli suunnitelmissa tehdä Ranskassa samalla tehtaalla noin 250000 kappaletta vuodessa (Nissan Motor Corporation 2022).

5.7 Stellantis

Stellantis valmistaa autoja 12 eri merkillä. Merkkeihin kuuluu Abarth, Alfa Romeo, Chrysler, Citroen, Dodge, DS, Fiat, Jeep, Jeep, Lancia, Maserati, Opel, Peugeot, Ram ja Vauxhall. Vaikka merkkejä on paljon, niin autoissa käytetään paljon samoja pohjarakenteita sekä osia ja koko ajan enemmän. Esimerkiksi Peugeot tarjoaa vielä paljon erilaisia käyttövoimavaihtoehtoja. Vaihtoehtoina on bensiini- ja dieselmootoreita. Bensiinimootorin saa itselataavalla hybridillä tai plug-in hybridijärjestelmällä. Sähköautoversion saa myös lähes jokaisesta mallista (Peugeot 2025).

Stellantiksen keskiarvo CO₂ päästöt vuoden 2024 tammikuu-kesäkuu olivat 113 g eli 18 g yli 2025 tavoitteen (Randall 2024). 2025 tavoitteeseen pääsyyn Stellantis ostaa päästövähennyksiä Teslalta. Stellantiksen Euroopan toimintojen johtajan Jean-Philippe Imparaton mukaan CO₂ päästöjen vuoteen 2027 siirtymäaikakaan ei riitä välttämättä 95 g tasolle pääsyyn itsenäisesti. Stellantiksen sähköautojen myynnin osuus on vain 14 %, kun EU:n tavoitetaso on 21 % vuonna 2025 (Piovaccari 2025).

Stellantiksen suunnitelmasta Euro 7 päästöstandardin kanssa löytyy tietoa, että Stellantis tulee päivittämään 1,5 litraisien DV5 henkilöauton dieselmootorin Euro 7 standardin mukaiseksi, koska niille on vielä riittävästi kysyntää, vaikka valmistuksen oli suunniteltu loppuvan vuoteen 2025. Stellantiksen hyötyajoneuvoissa käytettävä Fiatin 2,2 litrainen MultiJet B.B2 on jo päivitetty vuonna 2024 Euro 7

tasolle. Molempien moottoreiden tuotannon on suunniteltu loppuvan vuonna 2030 (Armenio 2025).

Bensiinimoottoreiden tulevaisuudesta ei löytynyt tietoa, mutta voidaan olettaa niiden kehittyvän myös Euro 7 Standardiin, koska suurimmasta osasta myydyistä autoista löytyy vielä bensiinimoottori ja se osuus ei tule vuodessa muuttumaan suuresti.

Stellantiksella on jokaiselle autoluokalle oma alustarakenteensa (kuva 10). Niihin tehdään autoja eri käyttövoimilla eli sähköautot, hybridit ja polttomoottorit tehdään samalle pohjalle. Alustoihin tehdään siirtymää tällä hetkellä, kun edelliset polttomoottoripohjaiset alustat vanhenevat. STLA Small on b ja c segmentin autoille, eikä ole vielä 2025 käytössä missään autossa. STLA Medium on c ja d segmentin autoille. Autoja voidaan tehdä normaalin henkilöauton muotoon, crossoveriksi ja katumaasturiksi. Etu- tai nelivetoinen, WLTP kantama sähköautossa 500–700 km. Esimerkiksi Peugeot e-3008 ja e-5008 ovat tällä pohjarakenteella. STLA Large on d ja e segmentin autoille. Alustarakenteeseen tehdään monenlaisia isoja autoja. Laadukkaita perheautoja, erittäin suorituskykyisiä autoja ja maastokelpoisia autoja. Kaikki vetotavat on mahdollisia. Sähköisenä WLTP kantama jopa 800 km. Tuotannossa 2025 olevat Jeep Wagoneer S ja Dodge Charger mallit lähinnä Pohjois-Amerikan markkinoille (Stellantis n.d.).

Smart car alustarakenne on b ja c segmentin sähköautoille suunniteltu, mutta on saatavana myös muilla käyttövoimilla. Rakenteeseen tehdään edullisia, tilavia ja vaatimusten täyttäviä autoja. Esimerkiksi Suomen halvin sähköauto vuonna 2025 Citroen ë-C3 on tehty tähän alustarakenteeseen. Auton WLTP kantama on 310 km eli huomattavasti pienempi mitä STLA alustan autoissa. Tämän lisäksi on STLA Frame alustarakenne Dodgen avolavoihin käytettäväksi ja LCV pakettiautoihin. Kaikkia alustarakenteita olisi mahdollista valmistaa 2 miljoonaa kappaletta vuodessa (Stellantis n.d.).

Flexible Multi-Energy Platforms



KUVA 10. Stellantiksella on jokaiselle autoluokalle oma alustarakenne, joihin pystyy rakentamaan auton millä tahansa käyttövoimalla (Stellantis n.d.).

5.8 Tesla

Tesla on uudehko autonvalmistaja, koska ensimmäistä autoa Tesla Roadsteria alettiin valmistamaan vasta vuonna 2008. Ensimmäinen Roadster ei ollut varsinaisesti Teslan oma auto vaan polttomoottorisen Lotus Elisen pohjalle rakennettu sähköinen urheiluauto. Vuonna 2012 tuli Teslan ensimmäinen oma sähköauto eli Model S, jota valmistetaan edelleen vuonna 2025 päivitettyinä nykyaikaisemmaksi. Tärkeimmät mallit myynnin kasvattamiseen olivat 2017 julkistettu Model 3 ja 2019 julkistettu Model Y, joka oli vuonna 2023 maailman myydyin automalli (Autoevolution 2025).

Tesla valmistaa pelkästään sähköautoja, joten niissä ei ole mitään ajonaikaisia päästöjä. Se on merkin vahvuus EU-alueella verrattuna muihin valmistajiin, koska yrityksen ei tarvitse käyttää rahaa polttomoottoritekniikan kehittämiseen tai vaihtamisesta sähkötekniikkaan 2035 mennessä. Merkin ajonaikaisten 0 g CO₂ päästöjen ansiosta Tesla pystyy hyötymään rahallisesti EU-alueella myymällä muille autonvalmistajille päästövähennyksiä kuten esimerkiksi Stellantikselle vuonna 2025 (Piovaccari 2025).

5.9 Toyota Motor Corporation

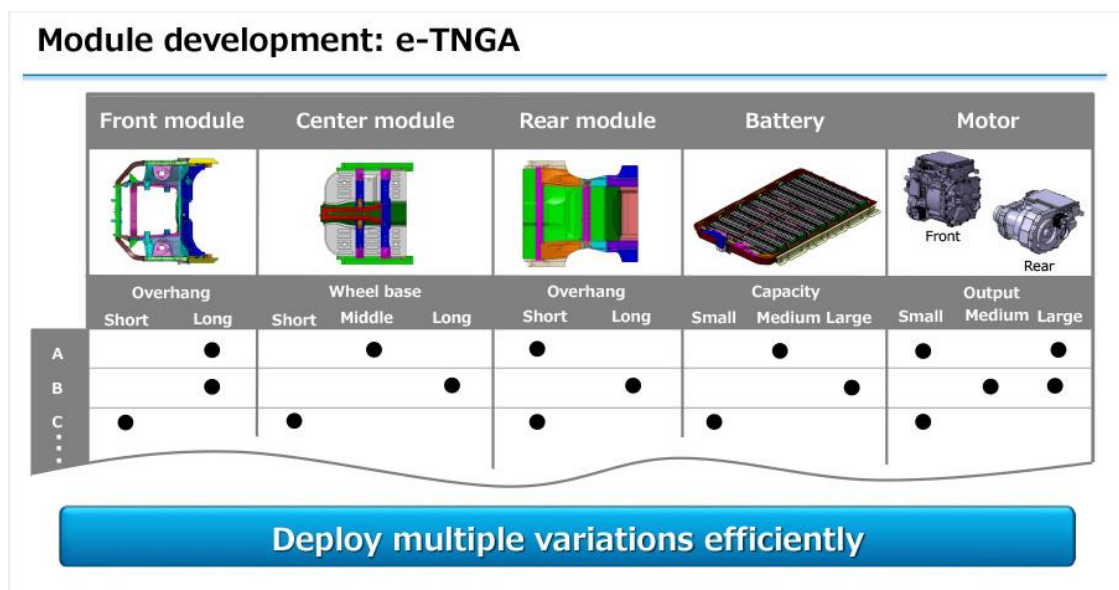
Toyota Motor Corporationiin kuuluu merkit Toyota ja Lexus Euroopan markkinoilla. Toyotan henkilöautomallistosta Euroopassa löytyy vielä vuonna 2025 paljon erilaisia voimanlähteitä. Suurin osa autoista on bensiinimoottorilla täyshybridinä tai plug-in hybridinä. Kolmea mallia löytyy vielä ilman sähköavusteisuutta. Sähköautomalleja on tällä hetkellä vain yksi, mutta vuonna 2026 niitä tulee ainakin kaksi lisää. Dieselmoottorilla ja kevythybridijärjestelmällä on saatavilla maastoauto Land Cruiser (Toyota 2025). Toyota Miraita eli polttokennosähköauto on myös saatavilla Jyväskylän alueella yrityskäyttöön, koska siellä on Suomen ainoa vedyn tankkausasema. Tulevaisuudessa muuallakin, kun vedyn tankkausverkosto laajenee (Kokkonen 2025). Lexuksen Euroopan mallistossa on bensiinimoottorillisia täyshybridejä ja plug-in hybridejä. Myös sähköautovaihtoehto on (Lexus 2025).

Toyotan keskiarvo CO₂ päästöt vuoden 2024 tammikuun ja kesäkuun välillä olivat 105 g CO₂/km eli matalat verrattuna muihin valmistajiin, jotka eivät keskity pelkkiin sähköautoihin. Ne eivät kuitenkaan ole madaltuneet riittävästi vuoteen 2025 mennessä ja Toyota tulee ostamaan päästövähennyksiä Teslalta (Piovaccari 2025). Vaikka Toyotalla on ollut matalat keskiarvopäästöt CO₂ henkilöautoissa jo viime vuonna niin ongelmana niiden laskemiseen pieni sähköautomallisto sekä pieni plug-in hybridmallisto, joilla pystyy helpoiten laskemaan päästöjä. Esimerkiksi 2025 tammi-kesäkuun sähköautojen myyntiosuus oli vain 3,2 % kaikista henkilöautoista ja plug-in hybridien 7,8 % (Toyota Motor Europe 2025).

Toyotan pieni sähköautovalikoima osittain johtuu siitä, että Toyota uskoo vahvasti vetyyn ja polttokennoon tulevaisuuden käyttövoimana. Vetyautojen hyötyjä Toyota perustelee sillä, että vedyn tuottaminen on helppoa myös paikallisesti, vedyn varastointi vaatii pienemmän tilan kuin sähköön varastointi, kuljetus on helppoa, eikä siitä tule päästöjä ajon aikana. Myös tankkaus ja ajokantama on samaa luokkaa kuin polttomoottoriautossa. Toyota kehittää autojen lisäksi myös muihin vetyvoimalinjaa myös muihin liikkumisvälineisiin (Toyota Auto Finland n.d). Esimerkiksi Jyväskylän vetytankkausasema on Toyota Motor European, Toyota Gazoo Racingin ja Jyväskylän kaupungin yhteinen projekti, johon Toyotalta tulee viisi vetybussia (Kokkonen 2025).

Tavallisten sähköautojen suurempi myyntiosuus on Toyotalle välttämätöntä viimeistään 2030, koska vetyautojen osuus ei tule nousemaan nopeasti tankkausinfrastruktuurin vähyyden vuoksi. Toyota Mirain myyntilukemat Euroopassa ovat hyvin matalat eli vain 276 autoa tammi-kesäkuu 2025 aikana (Toyota Motor Europe 2025).

Toyotalla on e-TNGA sähköauto alustarakenne, joka on julkistettu jo vuonna 2019. Alustalla myydään Suomessa BZ4X mallia sekä Myös Subaru Solterraa. Alustalle tehdään pelkästään sähköautoja ja siihen on suunniteltu tehtävän kuusi erityyppistä mallia. Kiinteitä osia rakenteessa ovat etu- ja takasähkömoottorien paikat, konepellin alainen tila, kuljettajan etäisyys suhteessa etupyöriin ja akun leveys. Muokattavia asioita (kuva 11) on akselivälin pituus, akkumoduulien määrä eli akun kapasiteetti, etu- ja takaylityksen pituus, moottoreiden tehokkuus ja määrä. Auto voi olla siis etu- taka- tai nelivetoinen (Toyota Motor Corporation 2025).



KUVA 11. e-TNGA alustarakenteen moduulien muokattavuus (Toyota Motor Corporation 2025).

5.10 Volkswagen Group

Volkswagen Group on Euroopan suurin autonvalmistaja ja sen valmistamiin kahdeksaan automerkkiin kuuluu Audi, Bentley, Cupra, Lamborghini, Porsche, Seat,

Skoda ja Volkswagen. Volkswagenilla ja Skodalla on suurin valikoima erilaisia käyttövoimia suomen valikoimassa. Bensiinimoottorillisia malleja on ilman sähköavusteisuutta, kevythybridillä ja plug-in hybridillä. Pelkällä Dieselmoottorilla varustettuja autoja on myös. Sähköautoja on montaa erikokoista mallia. Audilla on myös samat käyttövoimavaihtoehdot esimerkiksi Saksan valikoimassa, mutta dieselmalleja ei tuoda enää uutena suomeen. Muilla Volkswagen Groupin merkeillä valikoimat ovat pienempiä ja rajatumpia tietynlaisiin autoihin.

Volkswagen Groupin keskiarvo CO₂ Päästöt olivat vuoden 2024 tammi-kesäkuussa 123 g CO₂/km. Se on noin 28 g korkeampi kuin 2025 tavoite, joka tarkoittaa, että sähköautojen ja plug-in hybridien myyntiä tulisi kasvattaa vuodessa huomattavasti (Randall 2024). Volkswagen on ilmoittanut 2025 ensimmäisen neljänneksen jälkeen, että se on varautunut maksamaan Volkswagen Groupin päästöilyksistä 600 miljoonaa euroa sakkoja EU:lle (Orusov 2025). CO₂ Päästöjen tavoitteen siirtymäaika siirtyi vuoteen 2027 asti tämän uutisen jälkeen, joten Volkswagen Groupilla on vielä mahdollista välttää EU:n sakot, jos saa kolmen vuoden keskiarvon alle n. 95 g. Volkswagen ei ole ostanut päästövähennyksiä muilta autonvalmistajilta.

Volkswagen Group tulee jatkamaan polttomoottorien valmistusta Euro 7 päästöluokituksen voimaantulon jälkeen. Volkswagenin kehittämä nelisylinterinen miller-työkierrolla oleva 1,5 TSI evo2 bensiinimoottori on kehitetty Euro 7 varten jo vuonna 2022. Moottoria käytetään lähes kaikissa keskikokoisissa Volkswagen Groupin autoissa maailmanlaajuisesti. Moottorin suurin päästöjä alentava muutos on kolmitoimikatalysaattorin ja hiukkasuodattimen yhdistäminen sekä sen siirtäminen lähemmäksi moottoria. Moottorissa on ACT (Active Cylinder Technology) sylinterienlepuutustoiminto, kun moottoria ei käytetä täydellä kuormituksella moottori poistaa käytöstä kaksi ensimmäistä sylinteriä sulkemalla sylinterien venttiilit (Volkswagen Newsroom 2022).

Porschen urheiluautoissa on ollut aina tärkeässä osassa polttomoottori. Euro 7 tulee vaikuttamaan 911 GT3 mallin vapaasti hengittävään kuusisylinteriseen 4 litraiseen bokserimoottoriin siten, että se on pakko turboahtaa tai sähköistää tai vaihtaa johonkin Porschen toiseen tekniikkaan. Auto on tunnettu keveydestä ja

siitä, että sen moottorin maksimikierrokset ovat 9000 rpm. Auto tuskin tulee olemaan samanlainen Euro 7 päivityksen jälkeen, mutta jo Euro 6 tasolle päivittäessä auton moottorin teho laskee hieman, mutta NOx päästöt putosivat 30 % ja Hiukkaspäästöt putosivat 40 %. Tehon laskua kompensoitiin lyhyemmällä vaihteilla, jolloin auto tuntuu samalta vain huippunopeutta vähentäen (Rimell & Lane). Porsche tulee myös säilyttämään esimerkiksi Panamera mallissa käytettävän kahdeksan sylinterisen turboahdetun V moottorin, joka täyttää jo euro 7 vaatimukset. Polttomoottorimallien myynnin Porsche ennustaa laskevan 20 % prosenttiin vuoteen 2030 mennessä, mutta se riippuu asiakkaiden kysynnästä (Paideanu 2024).

Volkswagen Groupin yleisin sähköautoissa käytetty modulaarinen alustarakenne MEB on kehitetty Volkswagenin MQB polttomoottorialustarakenteesta eli modulaarisesta poikittaisrakenteesta sähköautoon sopivaksi. MEB alustarakennetta käyttää Volkswagen, Skoda, Cupra, Audi ja Ford. Polttomoottorialustaan verrattuna MEB-alustaisissa autoissa on pidempi akseliväli, koska etuakselia on siirretty eteenpäin ja keula on lyhyempi. Lyhyemmän keulan ansiosta sisätilat ovat isommat. MEB-alustaiset autot ovat taka- tai nelivetoisia ja akku on auton pohjassa (Peltonen 2019). MEB alustan mallit päivittyvät vuodesta 2026 alkaen MEB plus alustaan, jonka suurin päivitys on akkukemian muutos NMC:stä LFP:hen. Tällä saadaan laskettua tuotantokustannuksia ja halvemmalla isompi ajokantama. Ensimmäinen auto alustalle tulee olemaan Volkswagen Groupin pienin tähän asti valmistama sähköauto ID 2 (Page 2025).

Volkswagen groupilla on MEB alustan lisäksi kaksi muuta sähköautoalustaa. Toinen on suorituskykyisissä Porsche Taycanissa ja Audi e-tron GT:ssä käytettävä J1-alusta. PPE-alustarakenne on taas suurempiin luksusluokan autoihin käytettävä alustarakenne, joka on samaan tapaan suunniteltu MLB Polttomoottorialustan pohjalta. PPE-alustaa käyttää Audi ja Porsche. PPE:n ja MEB:n suurimmat erot ovat auton koko, suorituskyky ja 800 voltin sähköjärjestelmä, kun MEB:ssä on 400 voltin järjestelmä (Peltonen 2019).

5.11 Zhejiang Geely Holding Group (Volvo ja Polestar)

Zhejiang Geely Holding Group on kiinalainen auton valmistaja ja sen automerkin nimi on ollut Geely aiemmin. Geelyn muita omistamia euroopassa tunnettuja merkkejä ovat Lynk & Co, ZEEKR, Volvo Cars, Polestar ja Lotus. Valmistajaa käsitellään Polestarin ja Volvon näkökulmasta, koska muut merkit ovat Suomessa todella pieniä tekijöitä. Polestarin valikoimassa on pelkkiä sähköautoja. Volvolla on Suomen valikoimassa yksi bensiinimoottorillinen kevythybridi ja useampia plug-in hybridejä. Sähköautoja on myös.

Zhejiang Geely Holding Groupin keskiarvo CO₂ päästöt EU-alueella vuoden 2024 tammi-kesäkuussa olivat vain 56 g CO₂/km (Randall 2024). Ne alitavat helposti 2025 tavoitteet ja lähes jopa vuoden 2030 tavoitteen 49,5 g CO₂/km. Mercedes ostaa Volvosta päästövähennyksiä ainakin vuonna 2025, koska ei itsenäisesti pääse tavoitteeseen EU-alueella (Plantini 2025).

Vaikka Volvo ei ole ainoa keskiarvolukuun vaikuttava Geelyn merkeistä se myy suurimman osan Geelyn autoista Euroopassa ja alittaisi helposti 2025 tavoitteen itsenäisesti. Muihin eurooppalaisiin perinteisiin autonvalmistajiin verrattuna Volvo on onnistunut muuttamaan mallistonsa parhaiten EU:n päästötavoitteita varten sähköistämällä autot.

Volvo on lopettanut dieselmootoreiden valmistuksen vuonna 2024. Tavoitteena oli myös lopettaa bensiinimoottorilla varustettujen autojen valmistus vuonna 2030, mutta Volvo aikaa myydä hybridautoja niin pitkään, kun niitä pystyy myymään. Volvo on jo lopettanut omien polttomootoreiden kehityksen ja sen hoitaa nykyään Geely (Halvorson 2024).

Volvo, Polestar ja Geely käyttävät samoja alustarakenteita. CMA (Compact Modular Architecture) alustarakenteeseen tehdään pienempiä Polttomoottori, hybridi ja sähköautoja esimerkiksi Volvo XC40 ja Polestar 2. SPA (Scalable Product Architecture) alustarakenne on alunperin Volvon suunnittelema, johon on tehty erikokoisia farmareita, sedaneita ja katumaastureita. Myöhemmin myös käytetty myös muissa Geelyn merkeissä. Se on etu- ja nelivetoisille polttomoottori ja hybridautoille tehty alustarakenne (Zhejiang Geely Holding Group. n.d).

SPA alustarakenteesta kehitettiin myös sähköautoihin sopivat alustarakenteet SPA2 ja SPA3. Molempia alustarakenteita yhdistää niiden teknologia ja voimalinjat. Autoissa on panostettu ohjelmistoon ja sen muokattavuuteen. Laskentatehoa autojen tietokoneessa on eniten kaikista tähän mennessä valmistettuihin autoihin verrattuna. SPA3 alusta tehtiin enemmän muokattavaksi esimerkiksi auton koon puolesta kuin SPA2 (Volvo Car Group 2024).

6 POHDINTA

Työn tuloksista voi tehdä johtopäätöksen, että suurin osa autonvalmistajista on onnistunut tuomaan erilaisia sähköautomalleja Euroopan markkinoille, mutta eivät pysty hylkäämään polttomoottoritekniikkaa niiden suuren kysynnän vuoksi. Kysyntä ja tarjonta ei kohtaa kuluttajien ja autonvalmistajien välillä, johon EU:n päästörajoitukset ajavat melko joustamattomasti.

Vaikka päästörajoituksilla ja vuoden 2035 polttomoottorikiellolla tavoitellaan pienempiä ympäristöhaittoja, sen ei pitäisi olla niin nopea siirtymä, koska se haittaa kaikkia Euroopan markkinoilla olevia autonvalmistajia taloudellisesti, jotka ovat tehneet aiemmin polttomoottoriautoja. Voittajia päästörajoituksissa ovat Euroopan ulkopuolelta tulevat sähköautovalmistajat, kuten Tesla ja Kiinalaiset merkit esimerkiksi BYD. Volvo on ainoa merkki, joka on saanut muutettua uusia autoja tavoitteiden mukaiseksi, vaikka alun perin se on valmistanut pelkkiä polttomoottoriautoja. Euroopan autonvalmistus on myös täysin riippuvainen kiinalaisista akuista, joka on iso osa auton hinnasta. Tuontitullit auttavat hieman eurooppalaisia autonvalmistajia kilpailemaan kiinalaisia vastaan.

Nyt vuonna 2025 vaikuttaa, että ei ole mahdollista päästä EU-alueella hiilidioksidipäästötavoitteisiin edes vuonna 2030, koska keskiarvopäästöt ei ole tähän mennessä pudonneet paljoa. Suurin osa valmistajista on jäljessä jo vuonna 2025 95 g:sta CO₂/km ja se pitäisi vielä lähes puolittaa 2030 mennessä 49,5 g CO₂/km. Hiilidioksidipäästötavoitteista voidaan todeta, että niistä on enemmän haittaa kuin hyötyä nykyisessä muodossaan, koska se vähentää autojen myyntiä liikaa, huonontaa kilpailukykyä ja valmistajat joutuvat maksamaan sakkoja, jos myy vääränlaisia autoja. Pieniä helpotuksia hiilidioksidipäästötavoitteisiin on jo annettu ja on mahdollista, että niin tulee tulevaisuudessakin käymään, koska autoteollisuus on kuitenkin tärkeä asia pitää kannattavana EU-alueella.

Euro 7 päästöluokan piti olla huomattavasti tiukempi ja sen piti tulla voimaan 2025. Se viivästyy vuoteen 2027 ja rajoitukset ovat huomattavasti kevyemmät. Se mahdollistaa lähes kaikkien valmistajien vielä kehittävän polttomoottoreita niin, että ne täyttävät Euro 7 Standardit. Euro 7 standardin tarpeellisuus henkilöautoihin moottorien osalta vaikuttaa kuitenkin hieman turhalta, jos polttomoottorit

kielletään kymmenen vuoden päästä. Resurssit moottorien kehityksestä olisi mahdollisesti voinut käyttää autojen sähköistämiseen. Jarrujen hiukkaspäästöjen vähentämisestä ei löytynyt tietoa siitä, millaisia suunnitelmia autonvalmistajilla niiden osalta, mutta voidaan olettaa, että jarrujen hiukkaspäästöjen vähennys ei ole iso haaste.

Työ onnistui melko hyvin ja autonvalmistajien suunnitelmat ja ongelmat hiilidioksidipäästöjen laskemisesta tuli hyvin esiin. Euro 7 Standardista ei löytynyt valmistajakohtaista tietoa niin hyvin, mutta se tuli esiin, että muutokset eivät ole kovin suuria, joita autoihin täytyy tehdä.

LÄHTEET

European Commission. n.d. FAQ - Type approval of vehicles. Viitattu 14.10.2025. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/automotive-industry/technical-harmonisation/faq-type-approval-vehicles_en

European Commission. n.d. Types of legislation. Viitattu 14.10.2025 https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/law/types-legislation_en

ACEA. 2023. Automotive Regulatory Guide – 2023. Viitattu 15.10.2025. <https://www.acea.auto/files/ACEA-Regulatory-Guide-2023.pdf>

Autotuojat ja -teollisuus ry. n.d. Pakokaasupäästöjä koskevat normit EU:ssa. Viitattu 17.10.2025. https://www.autotuojat.fi/uutishuone/autoalan_termistoja/euro-paastoluokat

European Commission. n.d. Light-duty vehicles. Viitattu 19.10.2025. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-decarbonisation/road-transport/light-duty-vehicles_en

Emitech Group. n.d. Emission pollution - EURO 6, WLTP, ECE R83, ECE R101, ECE R24... Viitattu 19.10.2025. <https://www.emitech.fr/en/emission-pollution-euro-6-wltp-ece-r83-ece-r101-ece-r24#Puissance>

Traficom. 2025. Ladattavien hybridien Euro 6e-bis päästömittaustapa. Viitattu 19.10.2025. <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/autoilijat/vinkkeja-liikenteeseen/ladattavien-hybridien-euro-6e-bis-paastomittaustapa>

TÜV SÜD AG. 2025. An Overview of EU Battery Regulation. Pdf-dokumentti. Viitattu 19.10.2025 https://www.tuvsud.com/en-us/-/media/regions/us/pdf-files/whitepaper-report-e-books/tuvsud_overview-of-eu-battery-regulation_en.pdf

Dornoff, J. & Rodríguez, F. 2024. Euro 7: The new emission standard for light and heavyduty vehicles in the European Union. Pdf-dokumentti. Viitattu 20.10.2025. https://theicct.org/wp-content/uploads/2024/03/ID-116-%E2%80%93Euro-7-standard_final.pdf

Dornoff, J. 2024. Within reach: The 2025 CO2 targets for new passenger cars in the European Union. Viitattu 20.10.2025. <https://theicct.org/publication/2025-co2-manufacturers-targets-oct24/>

ACEA. 2025. EU regulatory framework for the decarbonisation of road transport. Pdf-dokumentti. Viitattu 20.11.2025. <https://www.acea.auto/files/ACEA-policy-paper-EU-regulatory-framework-for-the-decarbonisation-of-road-transport.pdf>

BMW Group & Marxt, C. 2025. BMW Group Report 2024. Pdf-dokumentti. Viitattu 29.10.2025. https://www.bmwgroup.com/content/dam/grpw/web-sites/bmwgroup_com/ir/downloads/en/2025/bericht/BMW-Group-Report-2024-en.pdf

BMW Group. 2025. PressClub Global · Article. Charge faster, drive further: BMW Group reveals revolutionary electric drive concept with 800V technology for the Neue Klasse. Viitattu 29.10.2025. <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0448099EN/charge-faster-drive-further:-bmw-group-reveals-revolutionary-electric-drive-concept-with-800v-technology-for-the-neue-klasse?language=en>

Padeanu, A. 2025. BMW Is Not Giving Up On Diesel Engines Yet. Viitattu 1.11.2025. <https://www.bmwblog.com/2025/02/10/bmw-not-giving-up-diesel-engines/>

Boeriu, H. 2025. BMW M:n Inline-Six- ja V8-moottorit selviytyvät Euro 7:stä. Viitattu 1.11.2025 <https://www.bmwblog.com/2025/07/21/bmw-m-inline-six-v8-euro7-emissions/>

BYD. 2022. Hello! We are BYD!. Viitattu 1.11.2025. <https://www.byd.com/eu/blog/Hello-we-are-BYD>

Business Insider. 2025. Satellite photos show how BYD's massive European factory is taking shape as it brings the fight to Tesla. Viitattu 1.11.2025. <https://www.businessinsider.com/satellite-photos-show-byds-massive-hungary-factory-taking-shape-2025-4>

BYD. n.d. BYD Blade -akku. Viitattu 1.11.2025. <https://www.byd.com/fi/teknologia/byd-blade-battery>

BYD. 2023. Why is BYD's e-Platform 3.0 so special?. Viitattu 1.11.2025 <https://www.byd.com/eu/blog/Why-is-BYDs-e-Platform-3-0-so-special>

Ford HQ 2024. Achieving Long-Term Competitiveness in Europe. Viitattu 3.11.2025. <https://www.fromtheroad.ford.com/eur/en/articles/2024/ford-announces-measures-to-achieve-long-term-competitiveness-in>

Ford Media Center. 2020. Ford, Volkswagen Sign Agreements for Joint Projects On Commercial Vehicles, EVs, Autonomous Driving. Viitattu 3.11.2025. <https://media.ford.com/content/fordmedia/feu/en/news/2020/06/10/Ford-Volkswagen-Sign-Agreements.html>

Randall, C. 2024. Dataforce finds VW and Ford must significantly reduce CO2 emissions. Viitattu 3.11.2025. <https://www.electrive.com/2024/08/23/dataforce-finds-vw-and-ford-must-significantly-reduce-co2-emissions/>

Holding, J. 2024. The Hyundai i30N and i20N have been killed off in Europe. Viitattu 6.11.2025. <https://www.topgear.com/car-news/hot-hatch/hyundai-i30n-and-i20n-have-been-killed-europe>

Shin, J & Kim, J. 2024. Hyundai to launch Euro 7-compliant car in Europe next year. Viitattu 6.11.2025. <https://www.kedglobal.com/automobiles/news-View/ked202410310011>

Hyundai. 2021. Hyundaiin uusi E-GMP-alusta mahdollistaa hyvän ajettavuuden ja huipputehokkaan latauksen. Viitattu 6.11.2025. <https://www.hyundai.fi/uutiset/hyundaiin-uusi-e-gmp-alusta-mahdollistaa-hyvan-ajettavuuden-ja-huipputehokkaan-latauksen/>

Hyundai. 2025. Hyundai Motor's All-New NEXO Sets New Standards in Hydrogen Technology and Electrified Mobility. Viitattu 6.11.2025. <https://www.hyundai.news/eu/articles/press-releases/all-new-nexo-sets-new-standards.html>

KIA. 2024. Kia EV3 tarjoaa luokkarajoja venyttävän sähköisen SUV-kokemuksen. Viitattu 7.11.2025. <https://kampanja.kia.fi/uutiset/3eddbb9f60af754d8e6a529512ac37b0>

KIA. 2025. Kiasta ensimmäinen julkisesti akkupassia testaava autonvalmistaja. Viitattu 10.11.2025. <https://kampanja.kia.fi/uutiset/5c2522b1c43f45621c99f93bc51272ed>

Mercedes-benz. 2025. Hinnastot. Viitattu 20.11.2025. <https://www.mercedes-benz.fi/site/hinnastot/>

Plantini, I. 2025. Mercedes-Benz reveals strategy to avoid sanctions under the "CAFE" regulation: Who is behind it? Viitattu 20.11.2025. <https://mobilityportal.eu/mercedes-benz-strategy-cafe-regulation/>

Katsianis, J. 2025. There's life in the V8 and V12 yet! Big Mercedes engines will sail through Euro 7 emissions tests. Viitattu 20.11.2025. <https://www.au-toexpress.co.uk/mercedes/366251/theres-life-v8-and-v12-yet-big-mercedes-engines-will-sail-through-euro-7-emissions>

Magureanu, R. 2025. Mercedes radically changes its electric strategy. Viitattu 20.11.2025. <https://mercedesblog.com/mercedes-radically-changes-its-electric-strategy/>

Mercedes-Benz. 2024. The upcoming vehicle architecture. Efficiency is the key to everything. Viitattu 20.11.2025. <https://group.mercedes-benz.com/innovations/drive-systems/drivetrains-efficiency.html>

Renault-Nissan-Mitsubishi. 2025. ABOUT THE ALLIANCE. Viitattu 22.11.2025. <https://alliancernm.com/>

Randall, C. 2025. Nissan switches from Renault's CO2 pool to BYD. Viitattu 22.11.2025. <https://www.electrive.com/2025/10/21/nissan-switches-from-re-naults-co2-pool-to-byd/>

Renault. 2025. Henkilöautot. Viitattu 22.11.2025. <https://www.renault.fi/henkilöautot/>

Nissan. 2025. Viitattu 22.11.2025. <https://www.nissan.fi>

Mitsubishi Motors Corporation. 2024. Mallisto. Viitattu 22.11.2025. <https://www.mitsubishi-motors.fi/mallisto>

Nissan Motor Corporation. 2022. Renault, Nissan & Mitsubishi Motors announce common roadmap Alliance 2030: Best of 3 worlds for a new future. Viitattu 22.11.2025. <https://europe.nissannews.com/en-GB/releases/renault-nissan-mitsubishi-motors-announce-common-roadmap-alliance-2030-best-of-3-worlds-for-a-new-future>

Peugeot. 2025. Viitattu 25.11.2025. <https://www.peugeot.fi/>

Piovaccari, G. 2025. Stellantis to buy CO2 credits from Tesla 'pool' also in 2025, exec says. Viitattu 25.11.2025 <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/stellantis-buy-co2-credits-tesla-pool-also-2025-exec-says-2025-03-29/>

Stellantis. n.d. Our Vehicle Platforms. Viitattu 25.11.2025. <https://www.stellantis.com/en/innovation/our-vehicle-platforms>

Armenio, F. 2025. Stellantis extends 1.5 and 2.2 diesel engine production through 2030. Viitattu 25.11.2025. <https://www.clubalfa.it/en/stellantis-extends-1-5-and-2-2-diesel-engine-production-through-2030-16794>

Autoevolution. 2025. Tesla. Viitattu 26.11.2025. <https://www.autoevolution.com/tesla-motors/>

Toyota. 2025. Uudet autot. Viitattu 26.11.2025. <https://www.toyota.fi/>

Kokkonen, E. 2025. Vetyauto Toyota Mirai tarjolle myös Suomessa – hinta selviää toistaiseksi vain itse kysymällä. Viitattu 26.11.2025 <https://moottori.fi/uutinen/vetyauto-toyota-mirai-tarjolle-myos-suomessa-hinta-selviaa-toistaiseksi-vain-itse-kysymalla/>

Lexus. 2025. Uudet autot. Viitattu 26.11.2025. <https://www.lexus.fi/>

Piovaccari, G. 2025. Automakers to pool CO2 emissions with Tesla, Polestar to meet EU 2025 rules. Viitattu 26.11.2025 <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/stellantis-toyota-ford-mazda-subaru-plan-pool-co2-emissions-with-tesla-2025-01-07/>

Toyota Motor Europe. 2025. Toyota Motor Europe outperforms the market, posting record first half year sales of 635,328 vehicles. Viitattu 26.11.2025. <https://newsroom.toyota.eu/toyota-motor-europe-outperforms-the-market-posting-record-first-half-year-sales-of-635328-vehicles/>

Toyota Auto Finland. n.d. Kohti puhdasta tulevaisuutta vedyn avulla. Viitattu 26.11.2025. <https://www.toyota.fi/voimalinjat/polttokennoauto/kohti-puhdasta-tulevaisuutta>

Toyota Motor Corporation. 2019. BEVs for global deployment. Viitattu 26.11.2025. <https://global.toyota/en/newsroom/corporate/28474382.html>

Orusov, A. 2025. Volkswagen core brand group profit falls on EU carbon provision, US tariffs. Viitattu 27.11.2025. <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/volkswagen-core-brand-group-profit-falls-eu-carbon-provision-us-tariffs-2025-05-02/>

Volkswagen Newsroom. 2022. 1.5 TSI evo2: even greater efficiency and lower emissions for the Volkswagen world engine. Viitattu 28.11.2025. <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/15-tsi-evo2-even-greater-efficiency-and-lower-emissions-for-the-volkswagen-world-engine-8064>

Rimell, W & Lane, R. 2024. Porsche 911 GT3 has two years left without hybrid or turbo. Viitattu 28.11.2025. <https://www.autocar.co.uk/car-news/new-cars/porsche-911-gt3-has-two-years-left-without-hybrid-or-turbo>

Padeanu, A. 2024. The Porsche V-8 Engine Will Continue Into the Next Decade. Viitattu 28.11.2025. <https://www.motor1.com/news/714168/porsche-v8-continue-2030s/>

Peltonen, J. 2019. Audi: Tiedätkö, mitkä ovat merkin täyssähköautojen neljä pohjalevyä?. Viitattu 28.11.2025. <https://autobild.fi/uutinen/audi-tiedatko-mitka-ovat-merkin-tayssahkoautojen-nelja-pohjalevyya-6.182.154274.dd5e0b35de>

Page, F. 2025. Volkswagen EVs to get new platform, cheaper batteries from 2026. Viitattu 28.11.2025. <https://www.autocar.co.uk/car-news/new-cars/volkswagen-evs-get-new-platform-cheaper-batteries-2026>

Halvorson, B. 2024. Volvo won't chase last bit of ICE business, but PHEVs will evolve. Viitattu 30.11.2025 www.greencarreports.com/news/1144386_volvo-wont-chase-last-ice-business-phevs-will-evolve

Zhejiang Geely Holding Group. n.d. Vehicle Architecture. Viitattu 1.12.2025 <https://zgh.com/vehicle-architecture/?lang=en>

Volvo Car Group. 2024. All future electric Volvo cars will originate from one single technology stack. <https://www.volvocars.com/intl/media/press-releases/A092D70113FB5A9A/>