

Elektromobilių ir hibridinių transporto priemonių raida



Elektromobilių istorija

XIX a. pabaigoje – XX a. pradžioje – elektromobiliai buvo populiariesni nei vidaus degimo varikliais varomi automobiliai, nes jie buvo švaresni, tylesni ir patogesni naudoti. Daugelyje miestų tai buvo pagrindinė transporto priemonė, ypač tarp aukštesnės klasės gyventojų.





Nuo XIX amžiaus pirmosios pusės plačiai naudojamas įkraunamų baterijų pagrindu veikiančių elektromobilių pranašumas: jokios vibracijos, išmetamųjų dujų, teorinis efektyvumas beveik 90 procentų, palyginti su 25 procentais vidaus degimo variklio. Iš pradžių buvo stengiamasi rasti alternatyvų traukos šaltinį labai triukšmingiems ir rūkstantiems geležinkelio lokomotyvams, tačiau netrukus eksperimentai buvo sutelkti į automobilius.

1920–1970 m. – vidaus degimo varikliai tapo efektyvesni ir pigesni, o naftos pramonės plėtra skatino benzinu varomų automobilių populiarumą. Elektromobiliai buvo beveik pamiršti dėl riboto nuvažiuojamo atstumo ir didelės kainos.



1990–2000 m. – dėl aplinkosaugos problemų ir besivystančių technologijų elektromobiliai vėl atgavo dėmesį. Buvo sukurti pirmieji modernūs modeliai, tokie kaip GM EV1 ir Toyota RAV4 EV, tačiau jų gamyba buvo ribota.





2008 m. – Tesla pristatė Roadster modelį su didelio našumo ličio jonų baterija, kuri leido įveikti daugiau nei 300 km vienu įkrovimu.

Tai tapo lūžio tašku elektromobilių rinkoje.



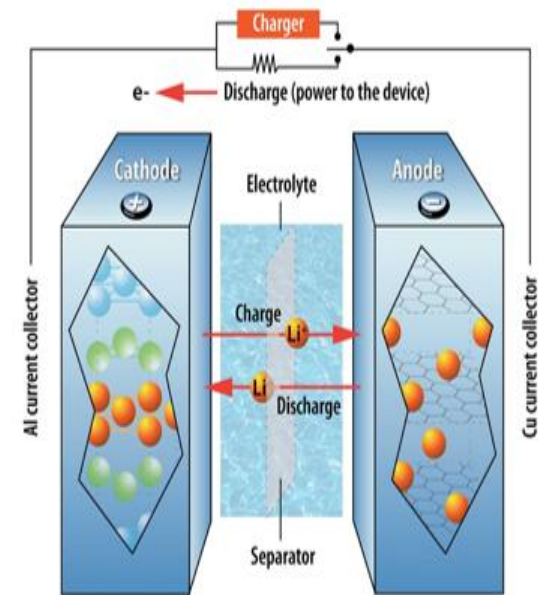
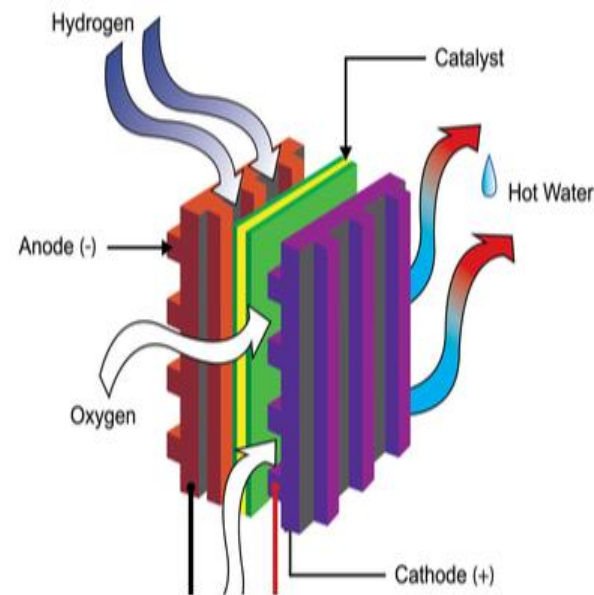
Dabartis – šiandien elektromobilių populiarumas auga eksponentiškai dėl spartaus baterijų technologijų vystymosi, vyriausybės paskatų ir gerėjančios įkrovimo infrastruktūros.



Tai kas yra elektrinis automobilis ?

Elektrinis automobilis yra automobilis, varomas vienu ar keliais elektros varikliais.

Elektros energija, reikalinga elektros varikliams, gali būti saugoma įkraunamose baterijose arba gaminama pačiame automobilyje.



Hibridiniai automobiliai

Hibridine vadinama transporto priemonė, kurioje naudojami du ar daugiau skirtingų tipų galios šaltinių.

Paprastai galios šaltiniai yra vidaus degimo ir elektros varikliai.



Mikrohibridas

Degalų sąnaudos mažėja, CO2 emisija mažėja



**Start/Stop
12V**

Start/Stop tik
automobiliui
sustojus



**Start/Stop
12V**

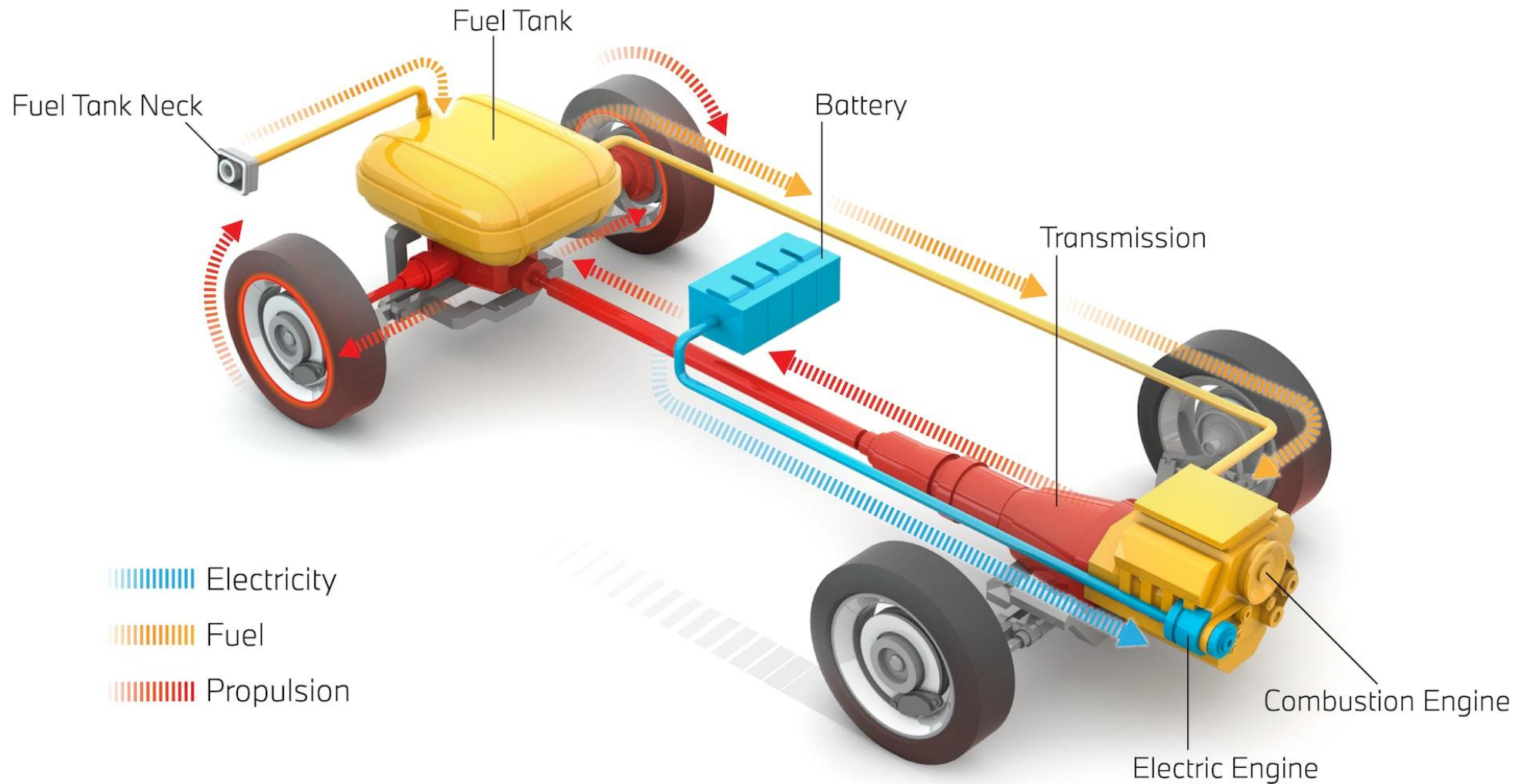
Start/Stop
automobiliui judant
(iki 20 km/h),
pakartotinis variklio
įjungimas



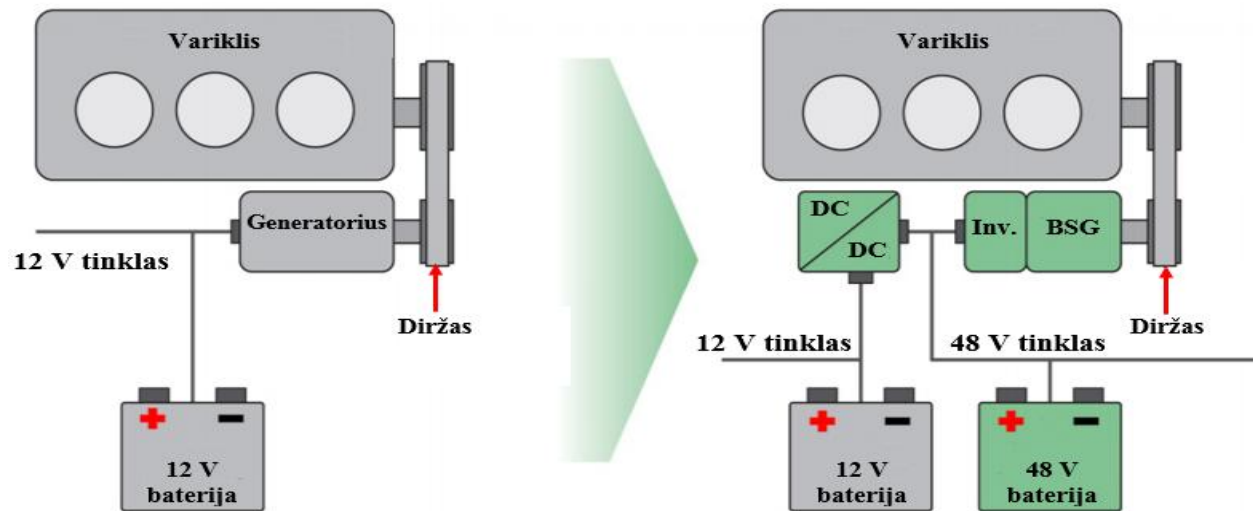
**Start/Stop
Riedėjimas
12V**

Start/Stop
automobiliui judant
(iki 120 km/h),
pakartotinis variklio
įjungimas, laisvas
riedėjimas,
rekuperacija
(iki 5 kW)

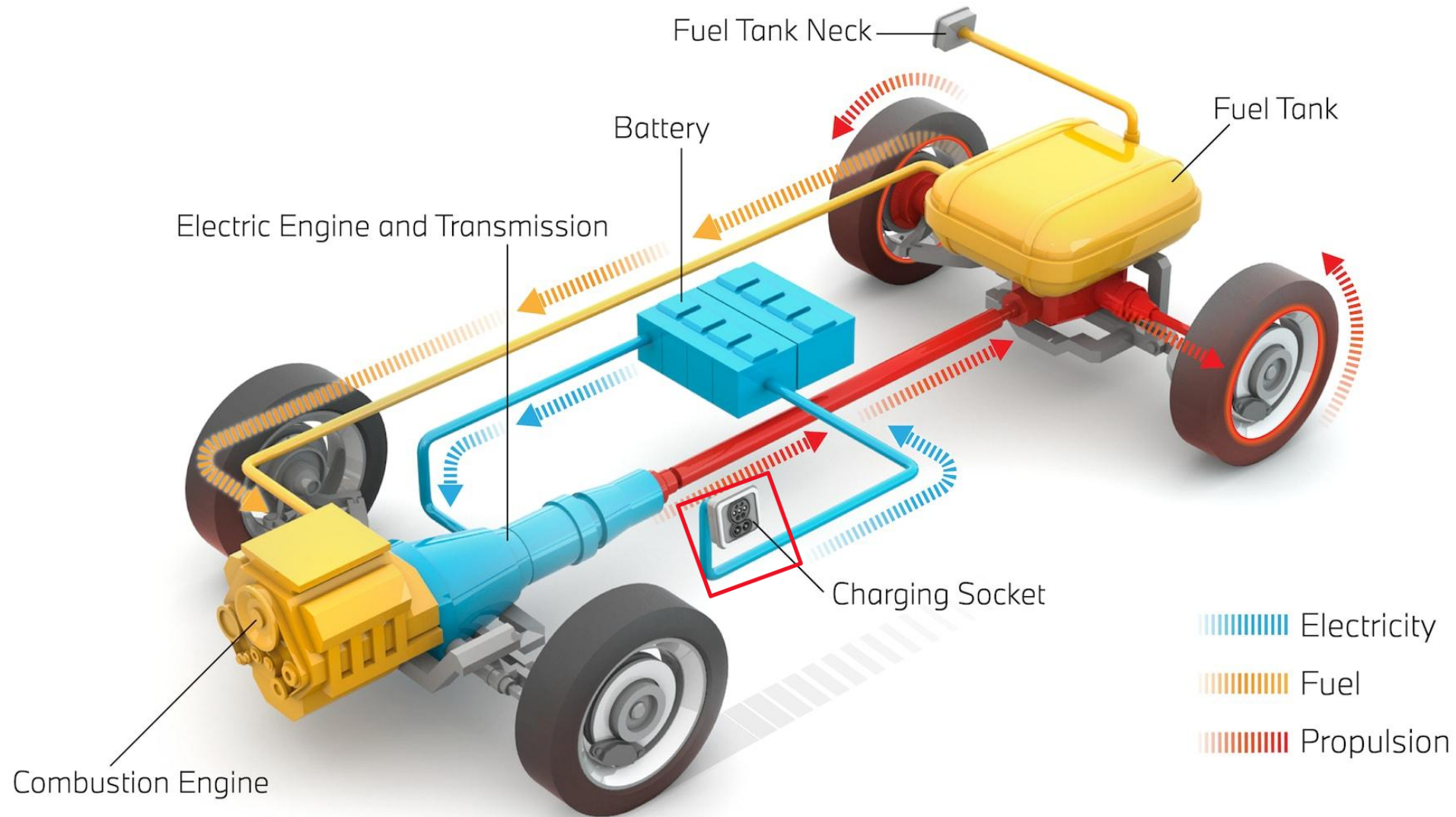
Vidutiniai hibridai (Mild Hybrid)



- Tokių hibridinių transporto priemonių privalumas yra tas, kad vidaus degimo ir elektros varikliai optimaliai veikia skirtingais režimais.
- Elektros variklis efektyviau sukuria sukimo momentą arba sukimosi galią, o vidaus degimo variklis geriau palaiko didelį greitį (geriau nei įprastas elektrinis variklis).
- Tinkamu laiku pereinant nuo vieno prie kito, pasiekiamas aukštas energijos vartojimo efektyvumas. Energijos regeneracijos sistema stabdymo metu leidžia atgauti dalį energijos ir taip sumažinti kuro suvartojimą.
- Pagrindinis privalumas – nedideli kuro taupymo pranašumai be didelio kainos padidėjimo.



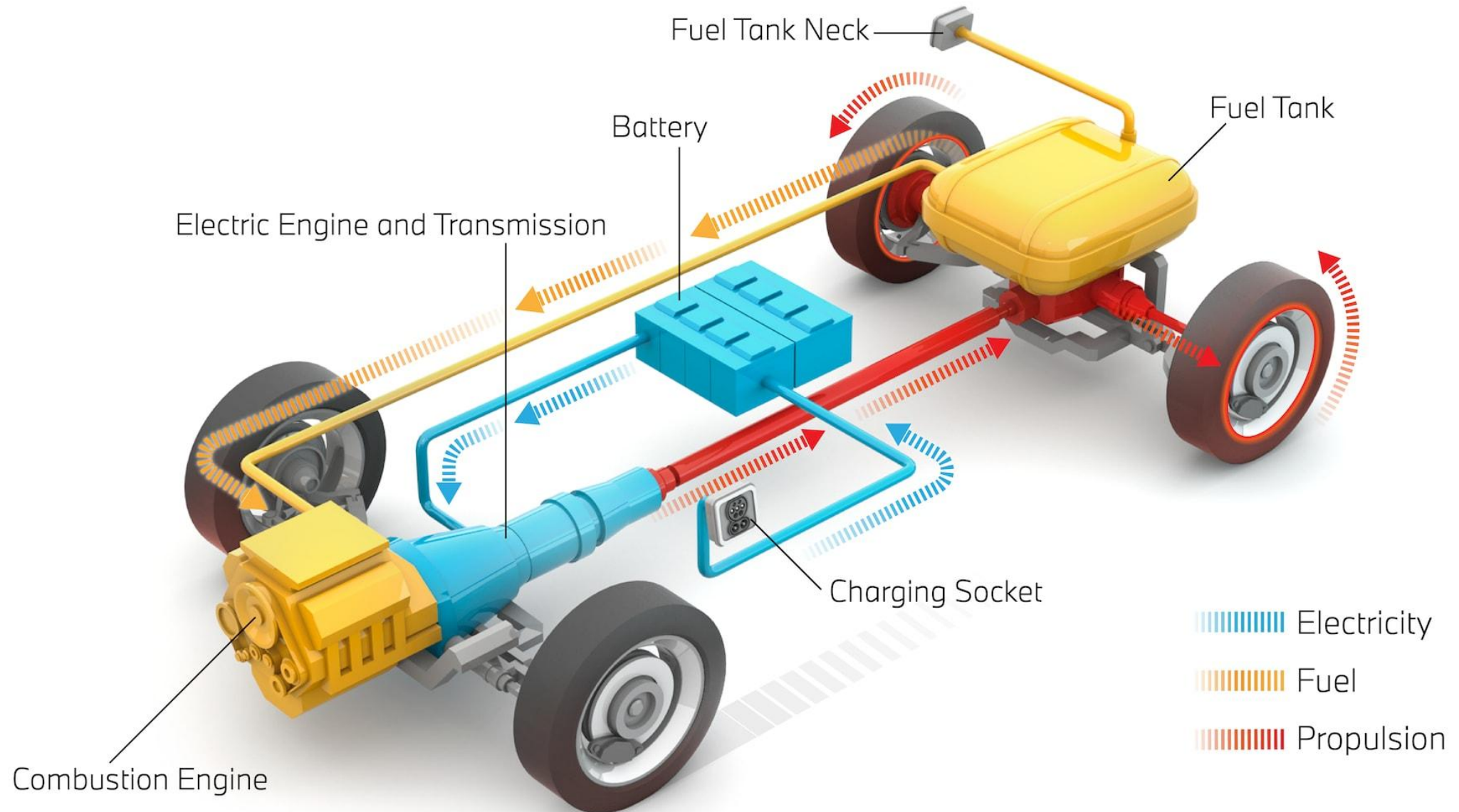
Tikrieji hibridai (Full Hybrid)



- Šie automobiliai gali važiuoti vien elektra trumpais atstumais, bet dažniausiai veikia kombinuotai su vidaus degimo varikliu.
- Automatiškai perjungia režimus tarp elektros ir benzino, priklausomai nuo važiavimo sąlygų.
- Toks sprendimas leidžia gerokai sumažinti degalų sąnaudas mieste.
- Toyota Prius ir Toyota Yaris – vieni iš garsiausių šios kategorijos modelių.
- Paprastai šie automobiliai neturi išorinio įkrovimo galimybės.



Ikraunami hibridai (Plug-in Hybrid)

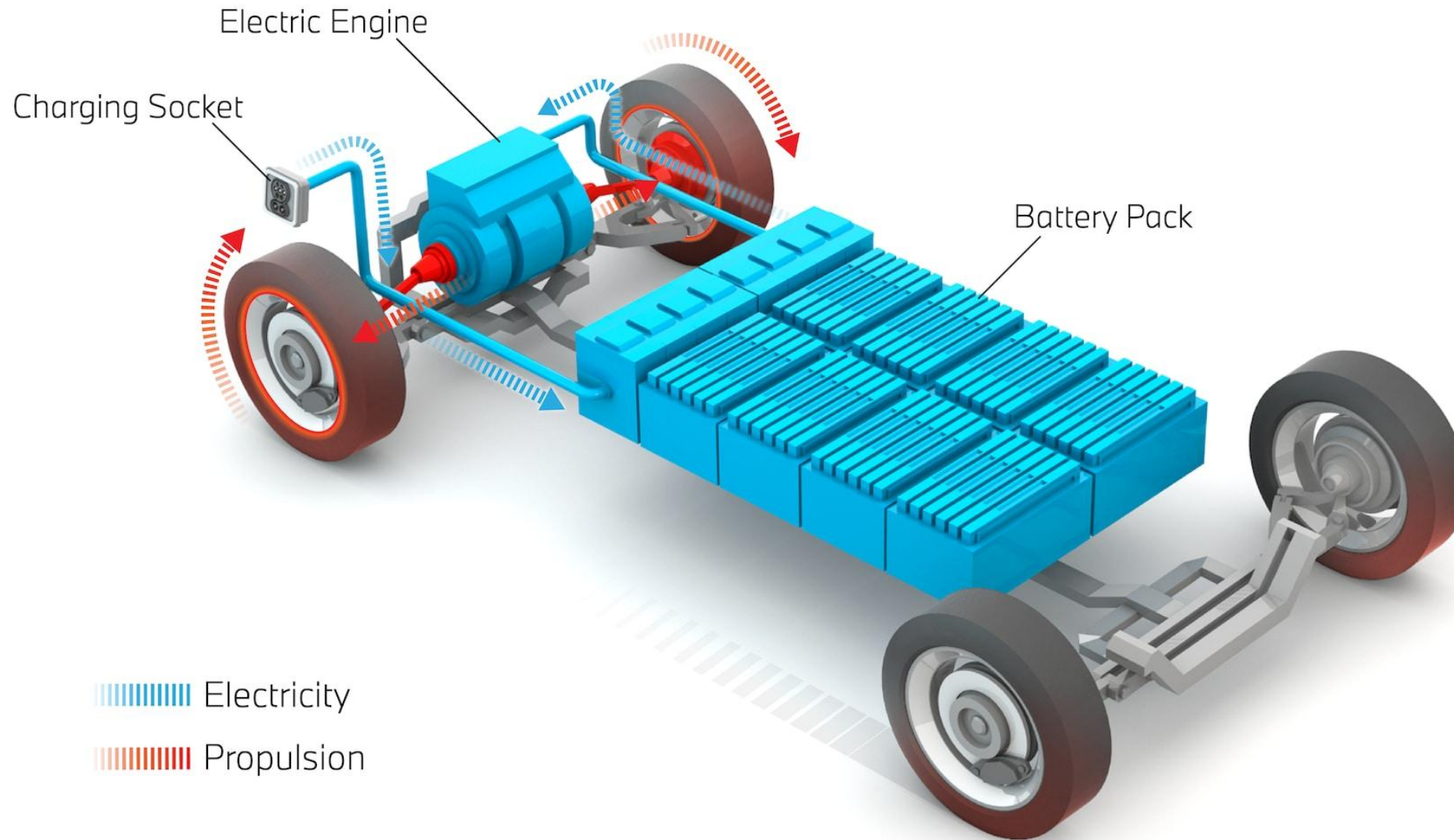


- Didelės talpos baterija leidžia nuvažiuoti 30–100 km vien elektra.
- Galima įkrauti iš išorinio elektros tinklo, taip sumažinant kuro sąnaudas ir emisijas.
- Šie automobiliai dažnai naudojami kaip tarpinis sprendimas pereinant prie visiškai elektrinio transporto.
- Pavyzdžiai: Mitsubishi Outlander PHEV, BMW 330e.

Mieste galima važiuoti neteršiant aplinkos, tačiau ilgesnėms kelionėms vis dar galima naudoti vidaus degimo variklį.



Baterinis elektrinis automobilis



Baterija – tai pagrindinis energijos šaltinis, dažniausiai ličio jonų tipo. Jų talpa lemia nuvažiuojamą atstumą ir kainą.

Elektros varikliai – efektyvūs, greitai reaguojantys ir turintys didelį sukimo momentą nuo pat starto.

Energijos regeneracija – stabdant variklis veikia kaip generatorius, grąžindamas energiją į bateriją.

Valdymo elektronika – pažangūs valdymo moduliai optimizuoja energijos paskirstymą ir padeda efektyviai išnaudoti akumuliatorių resursus.

Įkrovimo sistema – leidžia įkrauti transporto priemonę tiek namuose, tiek viešose stotelėse.



Elektromobilių privalumai:

Ekologiškumas – jokios emisijos eksploatacijos metu, švarus transportas miestuose.

Mažesnės eksploatacijos išlaidos – pigesnė energija, mažiau judančių dalių, mažiau remonto išlaidų.

Didelis efektyvumas – elektros varikliai gali paversti daugiau nei 90 % energijos į judėjimą.

Tyli eiga – didesnis važiavimo komfortas, mažiau triukšmo mieste.

Ateities technologijos – daugelis elektromobilių jau dabar aprūpinti autonominio vairavimo sistemomis.

Elektromobilių trūkumai:

Baterijų kaina – vis dar brangios, nors kainos mažėja.

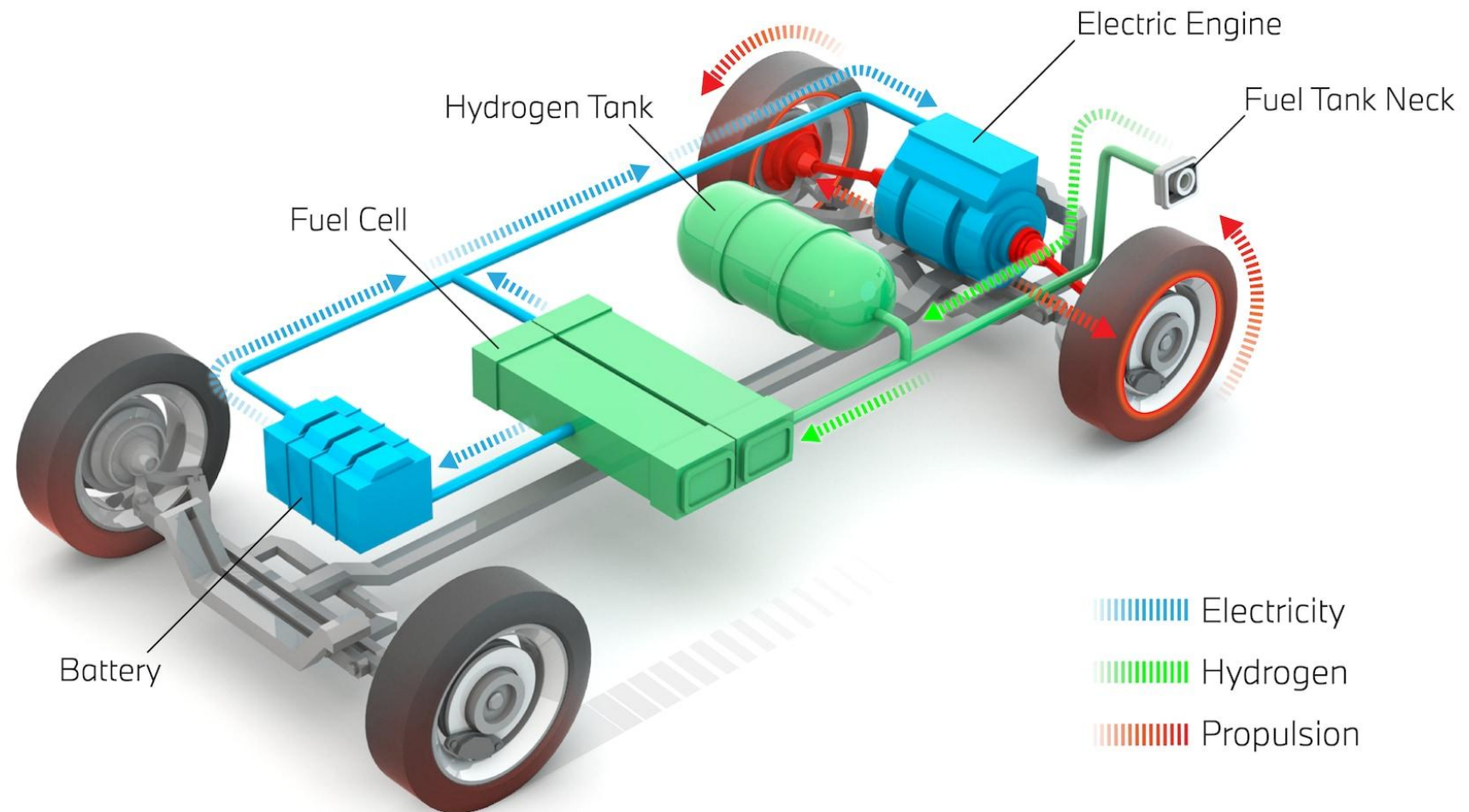
Ilgas įkrovimo laikas – pilnas įkrovimas gali užtrukti kelias valandas, net su greituoju įkrovimu.

Nuvažiuojamas atstumas – dauguma elektromobilių vis dar negali prilygti benzininėms transporto priemonėms ilgose kelionėse.

Infrastruktūros trūkumas – ypač mažesniuose miestuose ir kaimo vietovėse.

Ekologiškumo klausimai – baterijų gamyba vis dar sukelia aplinkosauginių problemų.

Kuro elementais ģkraunamas automobilis vandenilis H₂



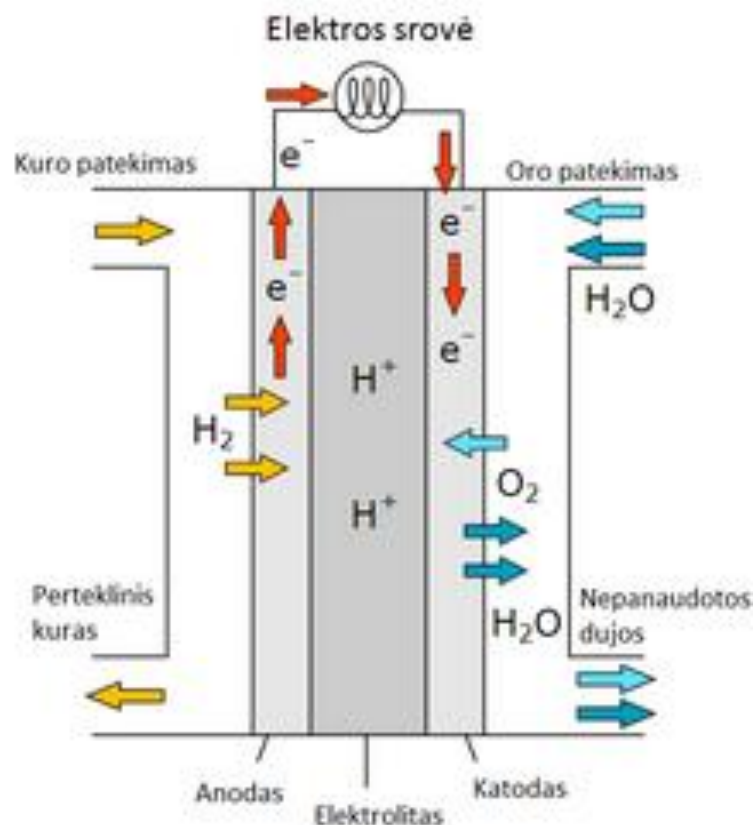


Kaip veikia vandeniliu varomas hibridas?

Vandenilio kuro elementai

Vandenilio kuro elementai sukuria elektros energiją, kurią galima naudoti varant automobilio elektrinius variklius arba įkraunant akumuliatorius.

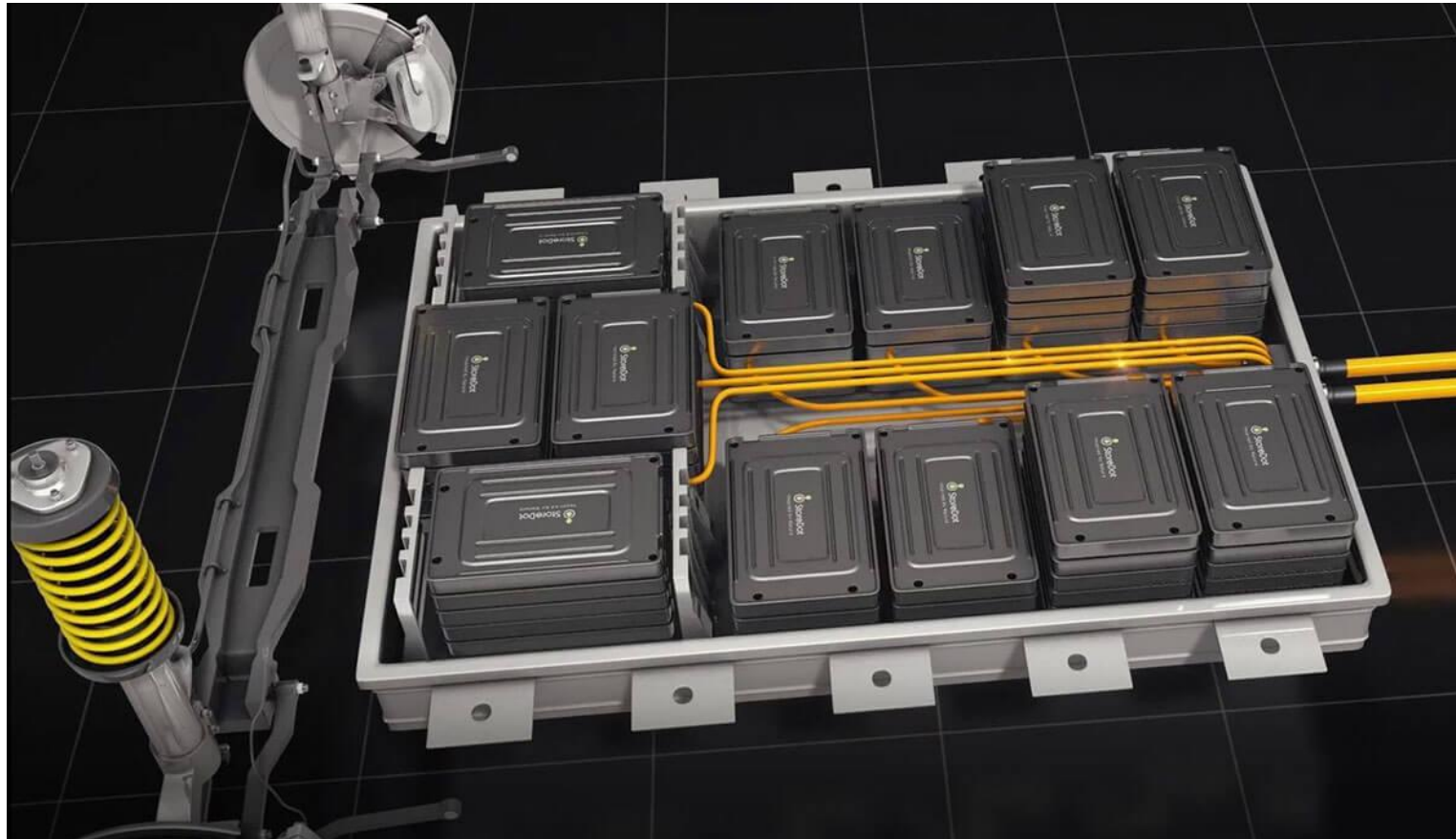
Pagrindinė cheminė reakcija – vandenilio ir deguonies jungimasis, išskiriant elektrą ir vandens garus.



Akumulatoriai (hibridinis komponentas)

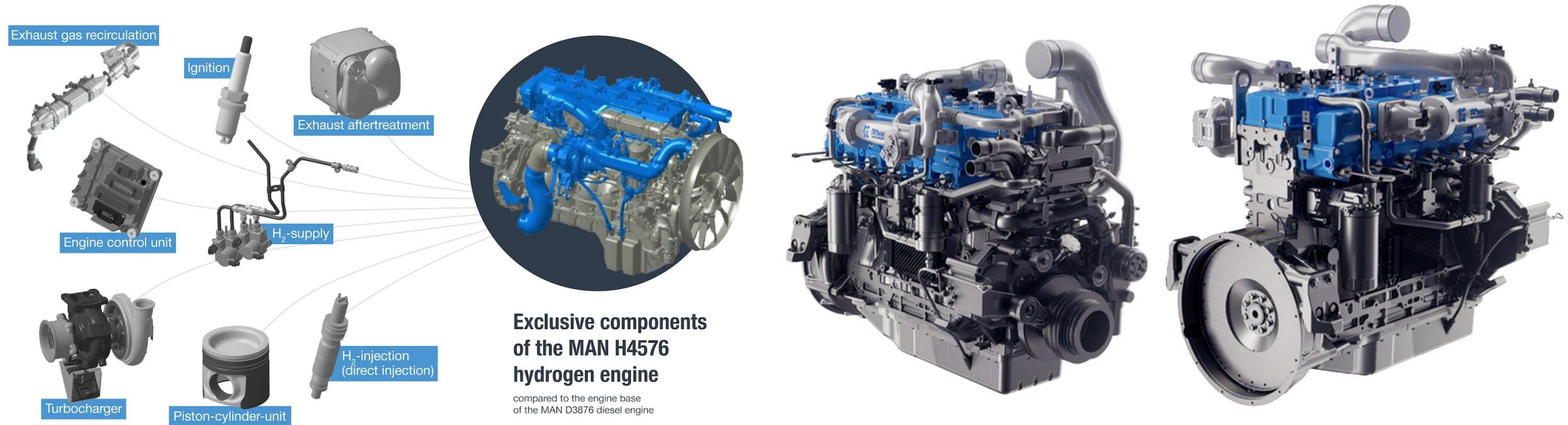
Kaip ir įprastuose hibridiniuose automobiliuose, akumulatoriai kaupia perteklinę energiją iš kuro elementų ir regeneracinės stabdymo sistemos.

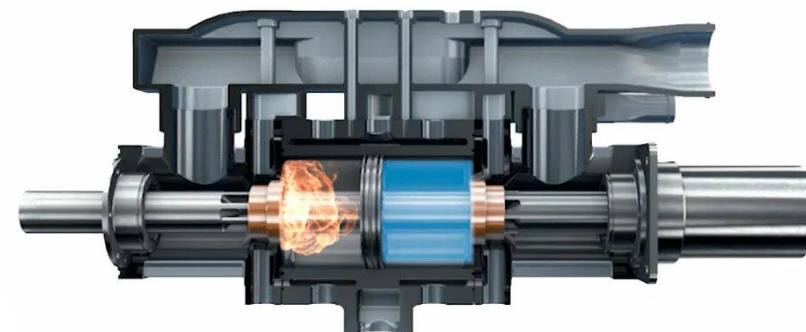
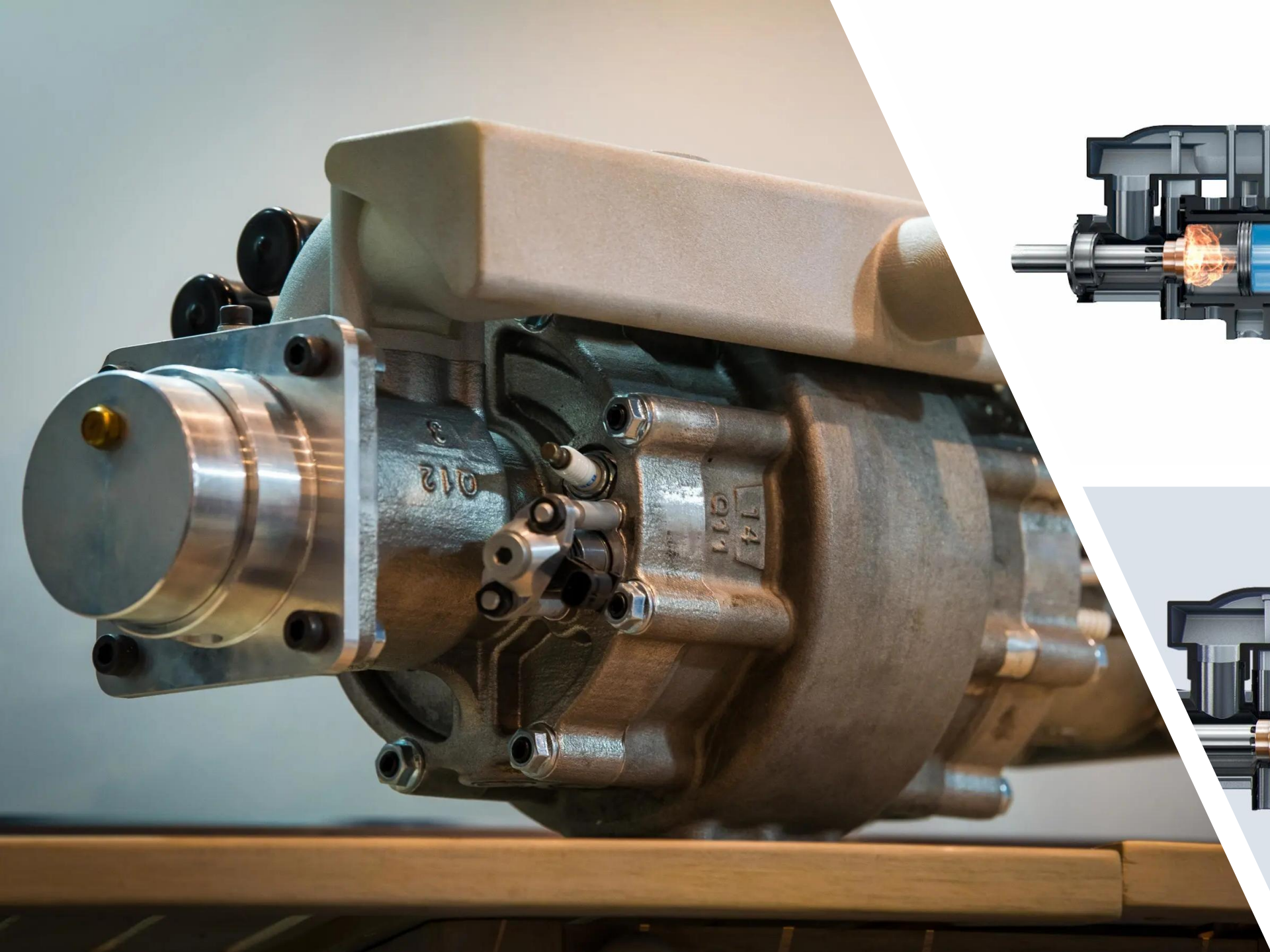
Jie leidžia naudoti elektrą, kai kuro elementai nėra aktyvūs (pvz., važiuojant lėtai ar stovint).



Vidaus degimo variklis (kai kuriais atvejais)

Kai kurie vandeniliniai hibridai gali turėti vidaus degimo variklį, veikiantį vandeniliu. Tai suteikia papildomą galią arba tarnauja kaip generatorius elektros energijos gamybai.





Ignition
& Combust

Privalumai ir trūkumai

Privalumai:

Mažos emisijos – išmetamosios dujos sudaro tik vandens garus.

Greitas kuro papildymas – vandenilio baką galima užpildyti per kelias minutes.

Ilgas nuvažiuojamas atstumas – efektyviau nei baterijomis varomi elektromobiliai.

Regeneracinis stabdymas – leidžia efektyviau naudoti energiją.

Trūkumai:

Aukšta kaina – vandenilio kuro elementai ir infrastruktūra vis dar brangūs.

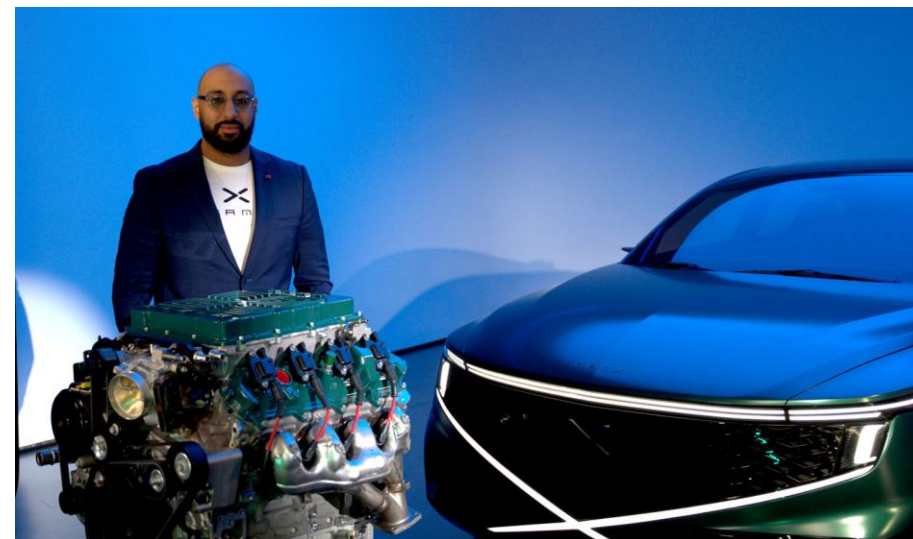
Vandenilio gamyba – daugiausia gaminama iš gamtinių dujų, todėl procesas dar nėra visiškai ekologiškas.

Infrastruktūros trūkumas – degalinių tinklas labai ribotas, ypač Europoje.

Išvados

Vandeniliu varomi hibridiniai automobiliai turi didelį potencialą sujungti vandenilio kuro elementų ir baterijų privalumus. Jei vandenilio gamyba taps ekologiškesnė ir infrastruktūra labiau išplės, tokie automobiliai galėtų tapti realia alternatyva tiek benzininiams hibridams, tiek elektromobiliams.

**„Namx“ pristato „pirmą
veikiantį HUV prototipą,
kuriame bus V8 vandenilio
vidaus degimo variklis,
kurį sukūrė ir pagamino
GCK grupės dukterinė
įmonė Solution F“**



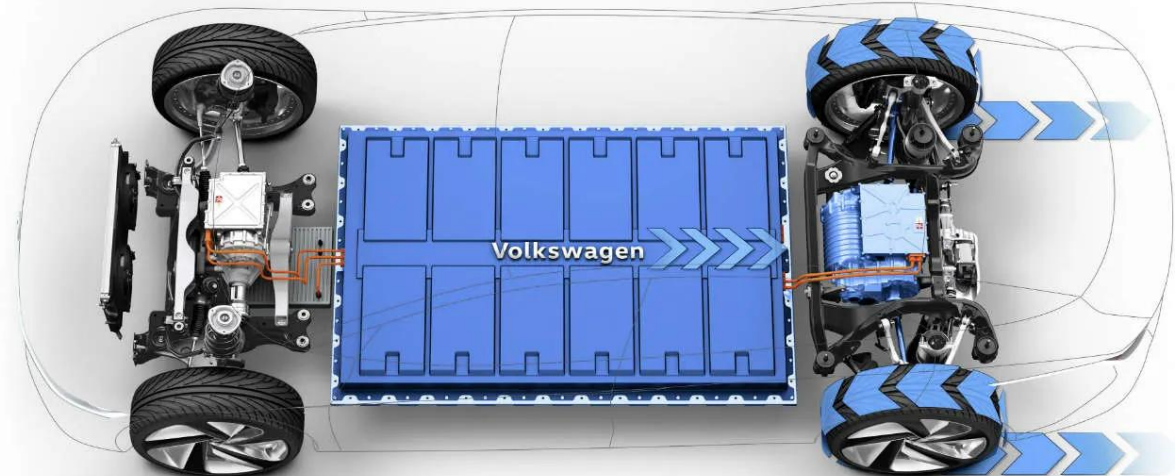
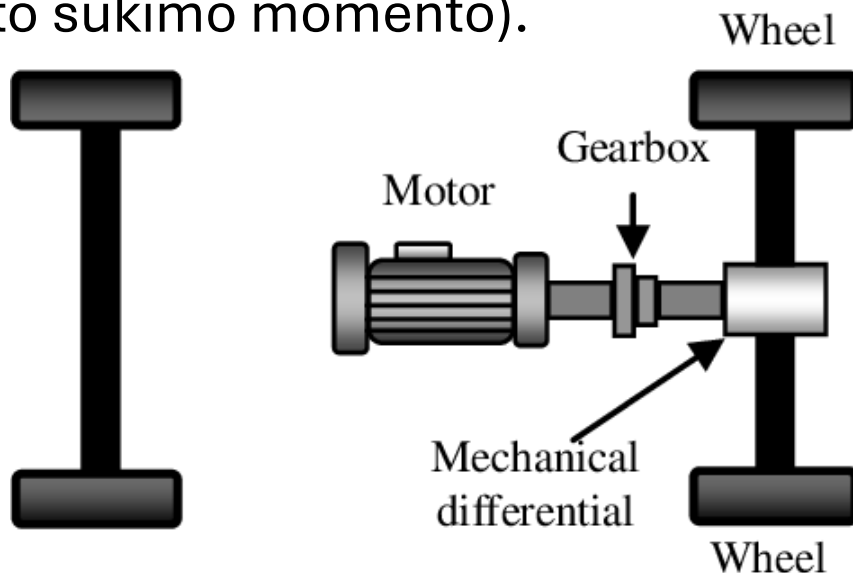
Elektrinės pavaros tipai

Centrinis elektrinis variklis su pavarų reduktoriumi

Vienas elektrinis variklis montuojamas centrinėje automobilio dalyje (vietoje vidaus degimo variklio). Jis per **vieno laipsnio reduktorių** arba **daugiapakopę transmisiją** perduoda galią per pusašius į diferencialą ir varančiuosius ratus. Ši sistema naudojama daugelyje elektromobilių ir kai kuriuose hibriduose. (Nissan Leaf, BMW i3, VW ID.3)

Privalumai: paprasta konstrukcija, patikima ir lengvai prižiūrima, mažesni šilumos nuostoliai, nes mažiau judančių dalių nei mechaninėje transmisijoje.

Trūkumai: neturi aktyvaus sukimo momento paskirstymo (jei nėra papildomų diferencialų ar elektroninių sistemų), Ribota trauka ant slidžių paviršių (vienas variklis neleidžia atskirai valdyti kiekvieno rato sukimo momento).



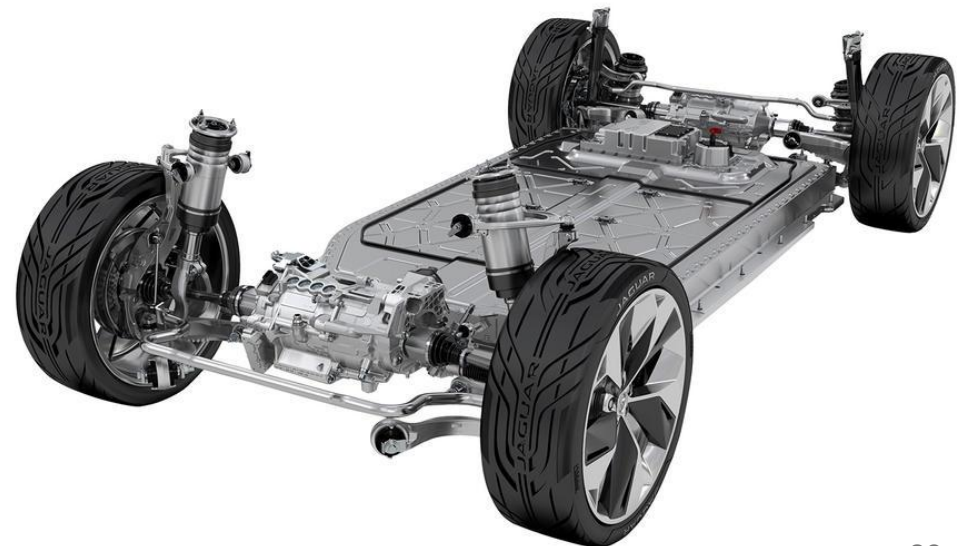
Dviejų variklių pavara

(Dual-Motor AWD – Front & Rear Electric Drive Units)

Automobilis turi **du elektrinius variklius**, vieną priekinėje, kitą galinėje dalyje. Kiekvienas variklis per atskirus reduktorius varo priekinę ir galinę ašį. Elektronika valdo galią tarp variklių, užtikrindama efektyvų **visų varančiųjų ratų** darbą. Naudojama vidutinės ir aukštos klasės elektromobiliuose (Tesla Model 3 Dual Motor, Audi e-tron Quattro, Hyundai Ioniq 5 AWD)

Privalumai: geresnis sukibimas, nes sistema gali dinamiškai keisti galios paskirstymą tarp ašių, efektyvesnis energijos naudojimas – kai nereikia papildomos traukos, vienas variklis gali būti išjungtas.

Trūkumai: didesnė masė ir sudėtingesnė elektronika, brangesnė konstrukcija nei su vienu varikliu.



Keturių variklių pavara

(Quad-Motor Drive – Each Wheel with Independent Motor)

Kiekvienas ratas turi **savo elektros variklį**, visiškai nepriklausomą nuo kitų. Sukimo momentas gali būti **tiksliai valdomas kiekvienam ratui atskirai**, leidžiant daryti greitus **torque vectoring** (pažangi traukos valdymo sistema) manevrus. Naudojama aukštos klasės sportiniuose elektromobiliuose ir visureigiuose (Tesla Cybertruck).

Privalumai: maksimalus sukibimas ir dinaminis stabilumas – galima realiu laiku reguliuoti kiekvieno rato galią, jokie mechaninio diferencialo – mažesni nuostoliai, tikslus valdymas lenktyniniuose ir bekelės automobiliuose.

Trūkumai: sudėtinga elektronika, didelė kaina, sistema reikalauja itin pažangių valdymo algoritmų.

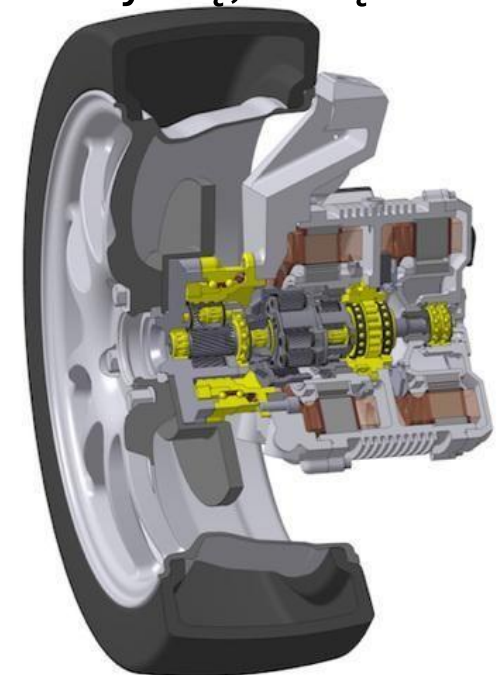


Ratų stebulėse montuojami varikliai (In-Wheel Motors – Hub Drive)

Kiekviename rate sumontuotas atskiras **elektrinis variklis su integruotu reduktoriumi**. Mechanizmas neturi mechaninių pusašių ir diferencialo – varikliai tiesiogiai suka ratus. Naudojama konceptiniuose ir ribotos gamybos elektromobiliuose (Protean Electric, Aptera, Lordstown Endurance)

Privalumai: labai kompaktiška sistema – daugiau vietos baterijoms ir salone, efektyviausias galios perdavimo būdas (mažiau mechaninių nuostolių), Itin lankstus sukimo momento paskirstymas kiekvienam ratui.

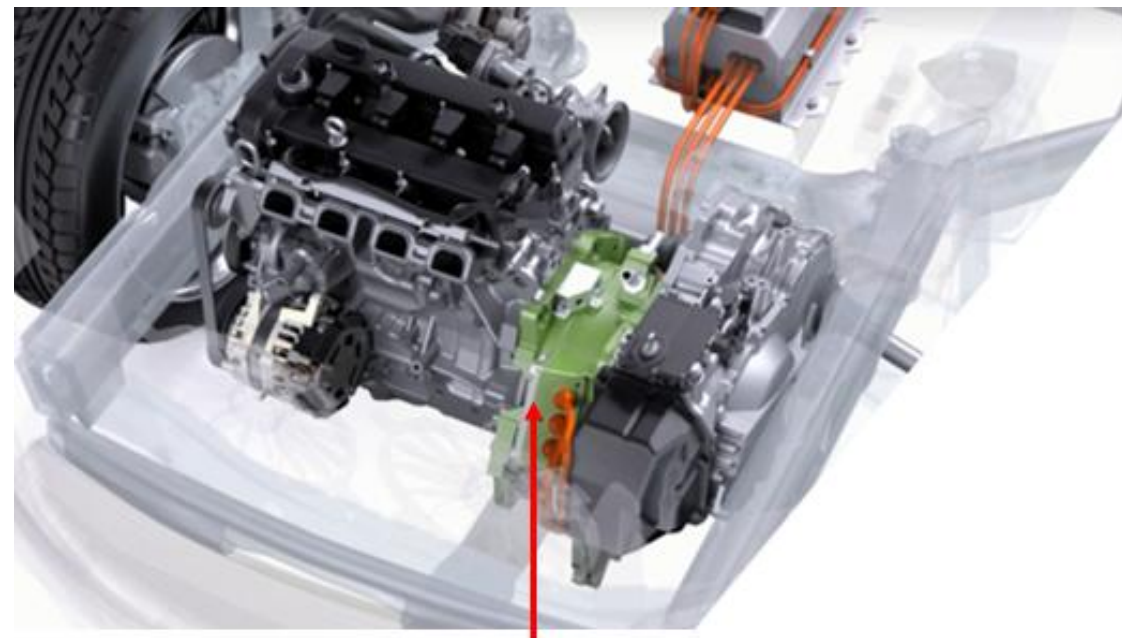
Trūkumai: didesnė nespnyruokliuota masė – blogina komfortą ir valdymą, ratų varikliai labiau veikiami smūgių, drėgmės ir purvo



Papildomi elektros pavarų išdėstymo sprendimai hibriduose

Priekyje įdėtas elektrinis variklis su VDV (Front-Mounted E-Motor with ICE)

Elektrinis variklis **sumontuotas priekyje kartu su vidaus degimo varikliu**. Gali veikti atskirai arba kartu su VDV. Naudojama paralelinėse ir serijinėse-paralelinėse hibridinėse sistemose („Toyota Prius“ (HSD sistema)).



Elektros mašina ir pavara

Elektrinis variklis galinėje ašyje (Hybrid with Rear Electric Motor – eAWD)

Ši hibridinės pavaros konfigūracija apima **elektrinį variklį, montuojamą galinėje ašyje**, ir **vidaus degimo variklį (VDV)**, kuris dažniausiai varo priekinius ratus. Tai leidžia automobilį paversti **visų varančiųjų ratų (AWD)** transporto priemone be sudėtingos mechaninės transmisijos.

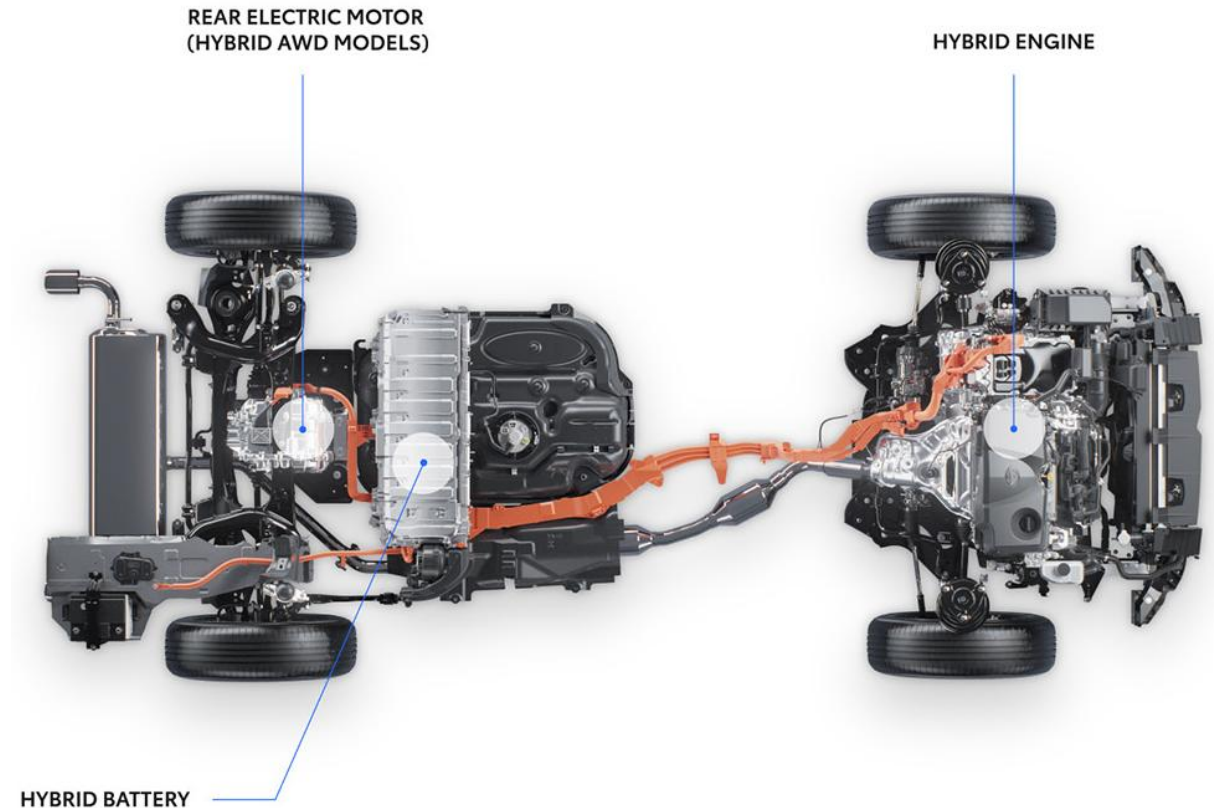
Kaip veikia eAWD sistema?

Priekinė ašis: varoma **vidaus degimo varikliu**, kuris gali būti benzininis arba dyzelinis.

Galinė ašis: varoma **elektriniu varikliu**, kuris tiekia papildomą sukimo momentą galiniams ratams.

Veikimo režimai:

1. **Elektros režimas** – važiuoja tik galiniai ratai (pvz., mažais greičiais mieste).
2. **Hibridinis režimas** – abu varikliai veikia kartu, suteikdami daugiau galios ir geresnį sukibimą.
3. **AWD režimas** – sistema automatiškai įjungia galinį elektrinį variklį, kai reikia papildomos traukos (pvz., ant slidžios dangos ar greitai įsibėgėjant).



Vidaus degimo variklis - elektros generatorius (Range Extender – REX)

Vidaus degimo variklis **niekada tiesiogiai nevaro ratų**, jis tik gamina elektrą (BMW i3 Rex, Chevrolet Volt). Kai baterijos įkrova sumažėja iki tam tikro lygio, įsijungia mažas benzininis variklis (REX), kuris veikia kaip generatorius. Jis gamina elektros energiją, kuri tiesiogiai maitina elektros variklį arba įkrauna bateriją, taip pratęsiant automobilio nuvažiuojamą atstumą. Ši sistema leidžia vairuotojui tęsti kelionę net ir išsikrovus baterijai, nes benzininis variklis užtikrina papildomą energijos šaltinį.



Baterijos ir jų tipai

Ličio jonų (Li-ion) baterijos

Populiariausia technologija elektromobiliuose dėl gero energijos tankio, ilgo tarnavimo laiko ir patikimumo. Naudojamos tiek **elektromobiliuose (BEV)**, tiek **įkraunamuose hibriduose (PHEV)** (Tesla Model 3, Nissan Leaf)

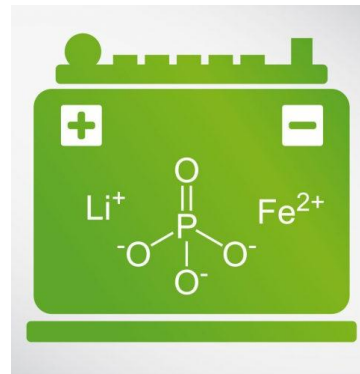
Jos yra įvairių cheminių sudėčių:

Ličio geležies fosfatas (LFP – Lithium Iron Phosphate)

Nikelio-mangano-kobalto (NMC – Nickel Manganese Cobalt)

Nikelio-kobalto-aluminio (NCA – Nickel Cobalt Aluminum)

Ličio titanatas (LTO – Lithium Titanate Oxide)



Kietojo elektrolito baterijos (Solid-State Batteries, SSB)

Naujos kartos baterijos, kurios vietoje skysto elektrolito naudoja **kietą elektrolitinę medžiagą**. Didesnis energijos tankis, ilgesnė eksploatacija, geresnis saugumas. Dar vystomos, bet „Toyota“, „QuantumScape“ ir kitos kompanijos siekia jas komercializuoti iki **2025–2030 m.**

Privalumai: didesnis energijos tankis (~30–50 % daugiau nei Li-ion), greitesnis įkrovimas, geresnis atsparumas temperatūrai (mažiau degraduoja šaltyje)

Trūkumai: aukšta gamybos kaina, kol kas nėra masinės gamybos.

Nikelio-metalo hidrido (NiMH) baterijos

Naudojamos **klasikiniuose hibriduose (HEV)**, nes yra patikimos ir pigios (Toyota Prius“ (senesni modeliai))

Privalumai: ilgas tarnavimo laikas, atsparios temperatūros pokyčiams.

Trūkumai: žemas energijos tankis, didesnės savitarnos išlaidos (didėja svoris ir dydis).



Baterijų konstrukcija ir formos

Cilindrinės celės

Atrodo kaip „AA“ tipo baterijos, bet didesnės, naudojamos „Tesla“ automobiliuose.

Privalumai: geras aušinimas, ilgesnė eksploatacija nei kitų formų.

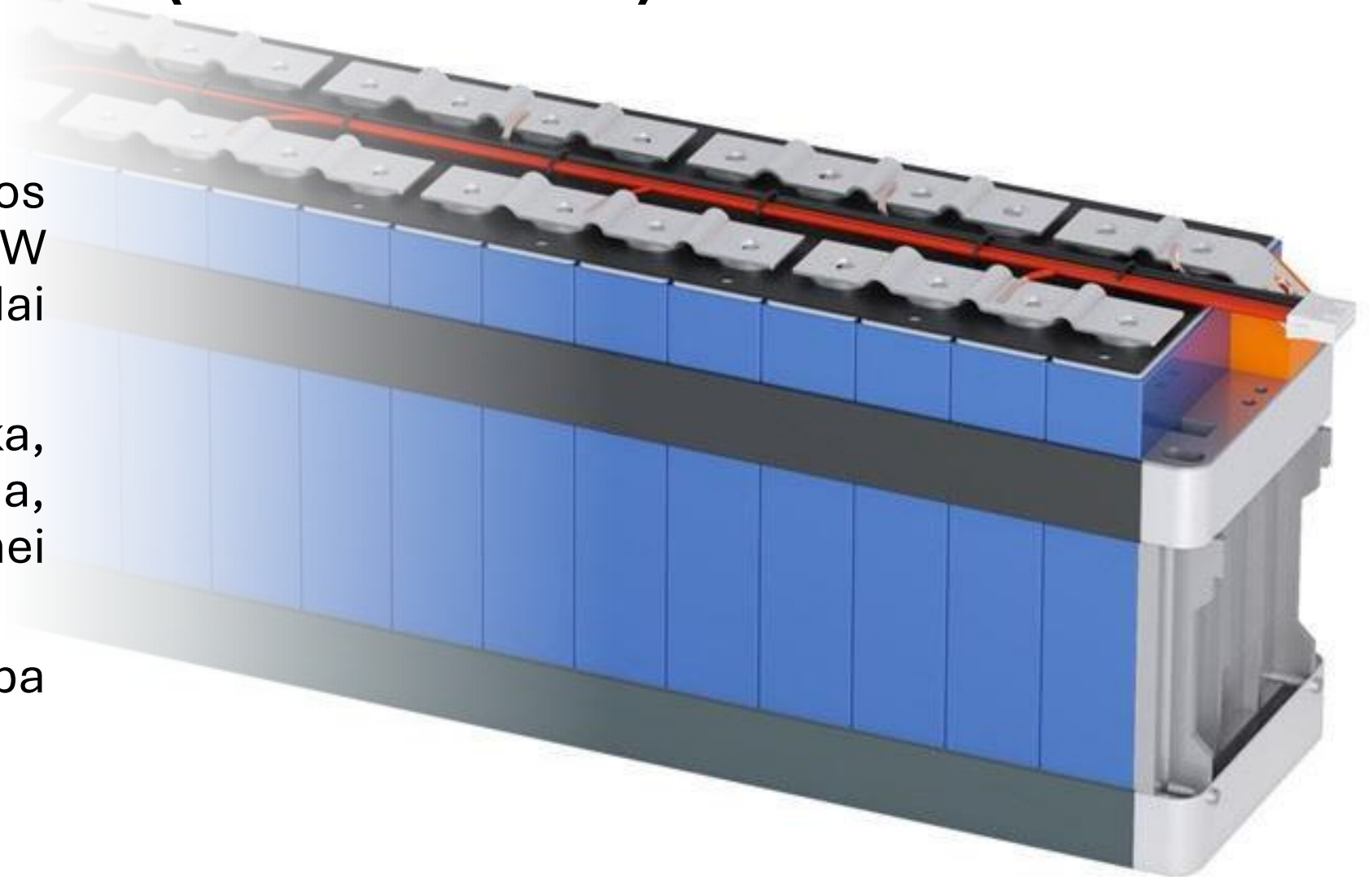
Trūkumai: daugiau vietos tarp celių – mažesnis bendras baterijos tankis.

Prizmės formos celės (Prismatic Cells)

Stačiakampės formos celės, naudojamos „VW ID.4“, „BMW i3“, „Hyundai Kona Electric“.

Privalumai: kompaktiška, lengviau integruojama, geresnis aušinimas nei maišelinių celių.

Trūkumai: pigesnė gamyba nei cilindrinės celės.





Maišelio tipo celės (Pouch Cells)

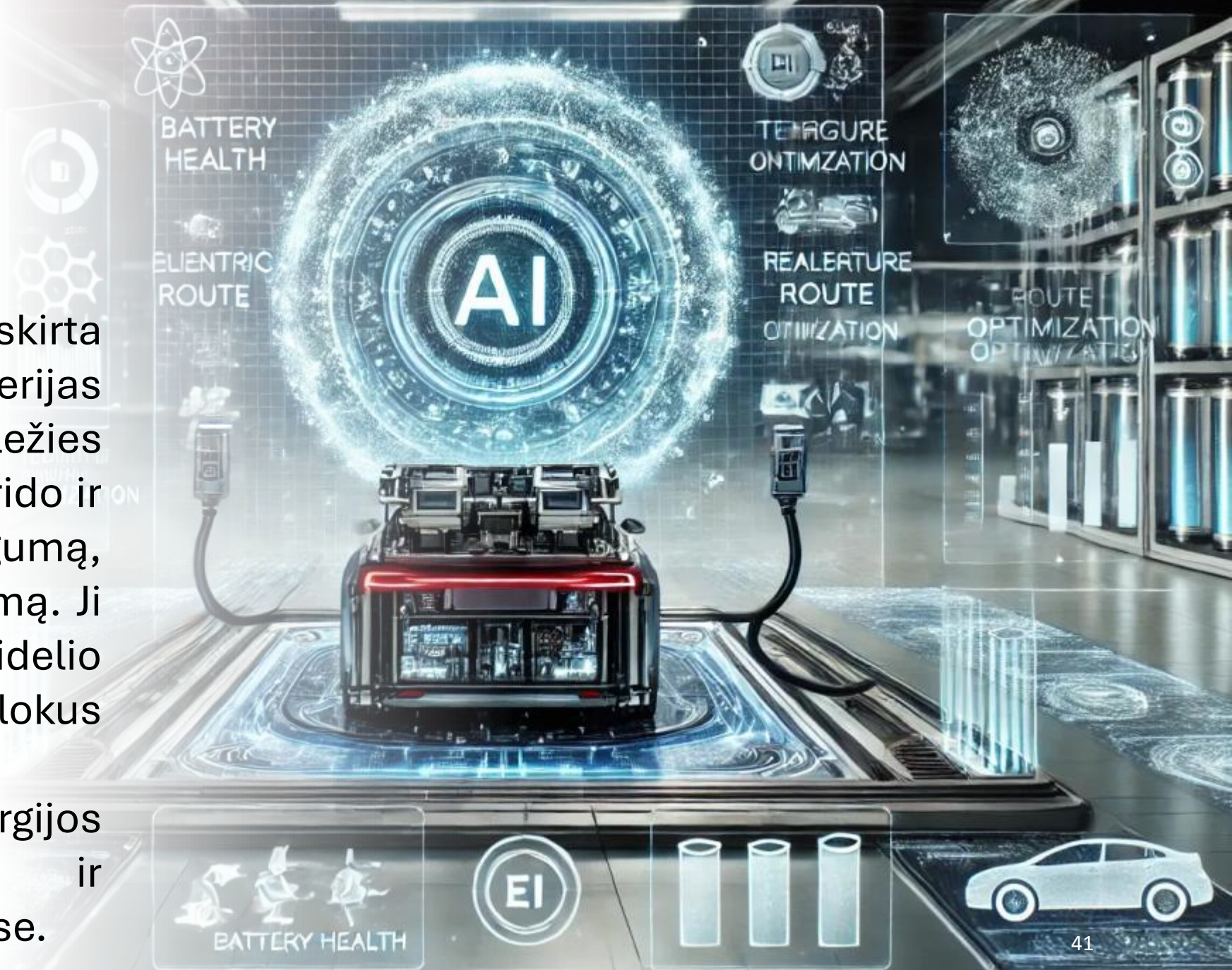
Lankstūs, lengvi akumuliatorių elementai, naudojami „GM Ultium“, „Hyundai Ioniq 5“, „Ford Mustang Mach-E“.

Privalumai: aukštas energijos tankis, mažesnis svoris.

Trūkumai: blogesnis aušinimas, didesnė deformacijos rizika.

BMS (Battery Management System)

Tai elektroninė sistema, skirta valdyti įkraunamas baterijas (pvz., ličio jonų, ličio geležies fosfato, nikelio metalų hidrido ir kt.), užtikrinti jų saugumą, ilgaamžiškumą ir efektyvumą. Ji ypač svarbi naudojant didelio pajėgumo baterijų blokus elektromobiliuose, atsinaujinančios energijos kaupimo sistemose ir pramoninėse taikymo srityse.



Pagrindinės funkcijos

1. Įtampos stebėjimas

- Kiekvienos atskiros celės įtampos matavimas siekiant išvengti per didelio įkrovimo ar iškrovimo.
- Užtikrina, kad nė viena celė neperžengtų saugių ribų.

2. Srovės valdymas

- Matavimas, kokia įkrovimo ir iškrovimo srovė teka per bateriją.
- Apsauga nuo per didelės srovės, kuri gali sukelti perkaitimą ar net gaisro pavojų.

3. Temperatūros kontrolė

- Jutikliai stebi baterijos temperatūrą.
- Jei aptinkamas perkaitimas, sistema gali sumažinti apkrovą, įspėti vartotoją ar net išjungti bateriją.

4. Subalansavimas (Cell Balancing)

Kadangi atskiros baterijos celės natūraliai sensta nevienodai, jų įtampa gali skirtis. BMS naudoja **aktyvų** arba **pasyvų balansavimą**, kad visos celės turėtų vienodą įtampą:

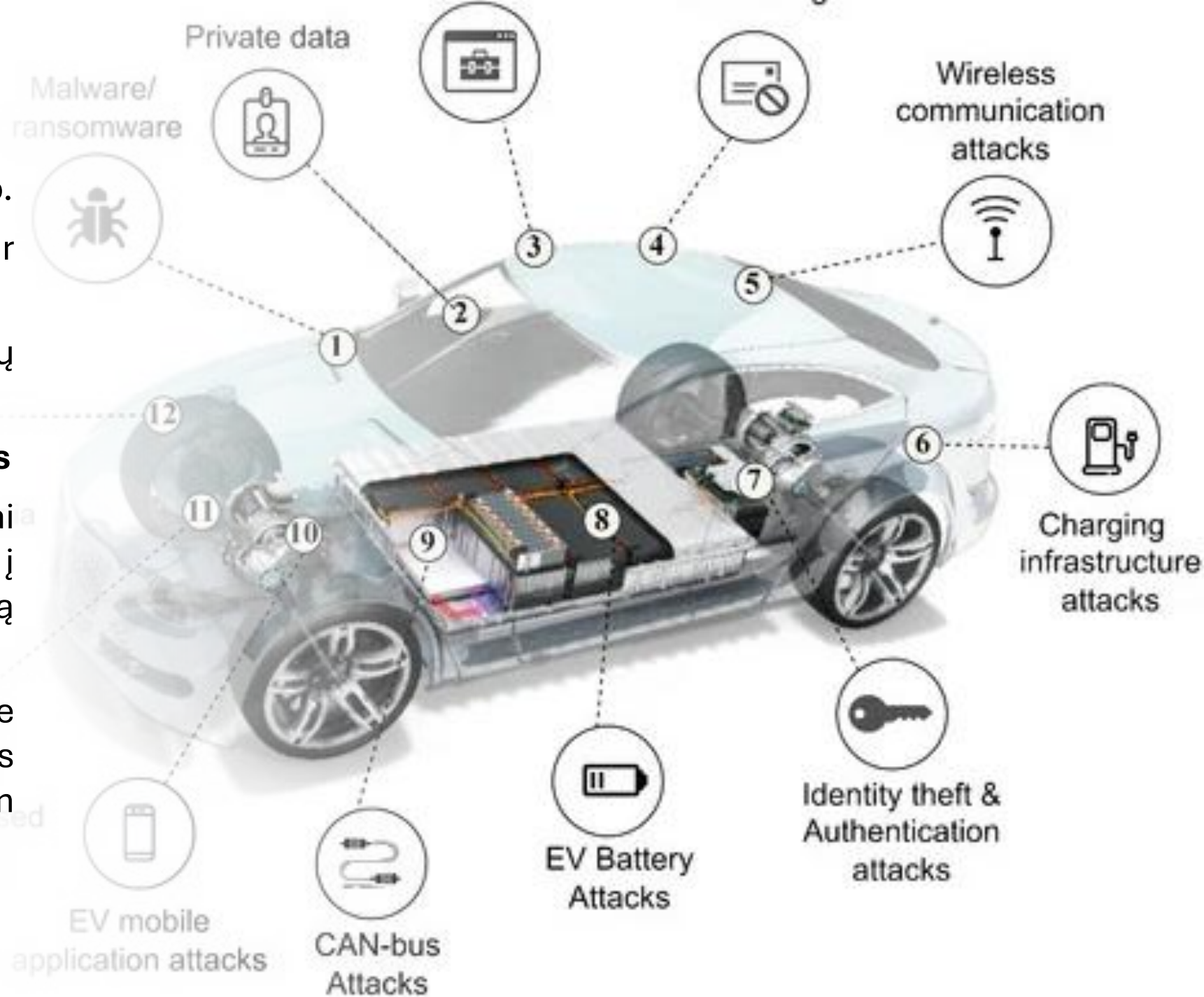
- **Pasyvus balansavimas** – perteklinė energija iš stipresnių celių išsklaidoma kaip šiluma.
- **Aktyvus balansavimas** – perteklinė energija iš stipresnių celių perduodama silpnesnėms, sumažinant energijos nuostolius.

5. Apsaugos funkcijos

- Apsauga nuo trumpojo jungimo.
- Apsauga nuo perkrovimo ir per didelio iškrovimo.
- Apsauga nuo temperatūrinių anomalijų.

6. Ryšio su vartotoju užtikrinimas

- **CAN, UART, I²C, SPI** ryšiai leidžia perduoti duomenis į automobilio ECU ar kitą valdymo įrenginį.
- Galimybė prijungti prie debesijos ar išmaniosios programėlės nuotoliniam stebėjimui.



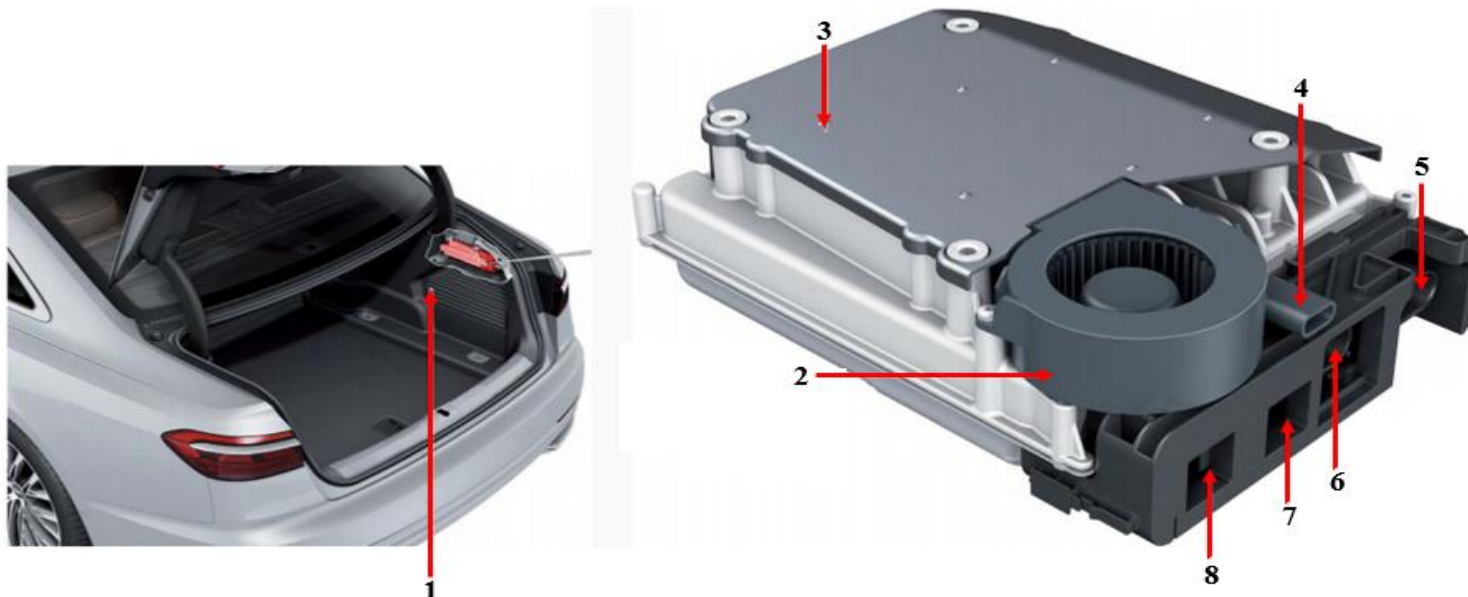
DC/DC keitiklis elektromobiliuose

DC/DC keitiklis (angl. DC/DC Converter) – tai elektroninis įrenginys, kuris keičia vienos nuolatinės srovės (DC) įtampos lygį į kitą. Jis plačiai naudojamas automobilių pramonėje, atsinaujinančios energijos sistemose, elektronikoje ir pramoniniuose įrenginiuose.

Elektromobiliuose nėra tradicinio vidaus degimo variklio, kuris generuotų 12V įtampą per generatorių.

Vietoj to naudojamas **DC/DC keitiklis**, kuris:

- paverčia aukštos įtampos (400V, 800V) energiją į 12V ar kitą reikiamą lygį;
- aprūpina energija apšvietimą, infotainment (multimedijos) sistemą, vairo stiprintuvą ir kitus 12V komponentus;
- leidžia naudoti mažesnę ir lengvesnę 12V bateriją, nes ji įkraunama iš pagrindinio aukštos įtampos bloko.



Aušinimo sistema



- ◆ **Efektyvumas** – optimalus temperatūros diapazonas (15–35°C) užtikrina geriausią energijos išgavimą ir įkrovimo greitį.
- ◆ **Ilgamžiškumas** – per aukšta temperatūra skatina celių degradaciją, trumpindama baterijos tarnavimo laiką.
- ◆ **Saugumas** – perkaitusios ličio jonų baterijos gali užsidegti ar net sprogti dėl šiluminio išsiveržimo (*thermal runaway*).
- ◆ **Krovimo valdymas** – greitas įkrovimas generuoja daug šilumos, todėl reikia efektyvaus aušinimo.

Pasyvusis (natūralus) aušinimas

Šiluma išsklaidoma natūraliai per baterijos paviršių be papildomų aušinimo komponentų.

Privalumai:

- Paprasta ir pigi sistema.
- Nėra papildomų dalių, nereikalauja priežiūros.

Trūkumai:

- Netinkama aukštos galios elektromobiliams.
- Blogai kontroliuojama temperatūra, ypač karštame klimate.

Naudojimas:

- Elektriniuose dviračiuose, paspirtukuose, kai kuriuose hibridiniuose automobiliuose.



Orinis aušinimas (aktyvus arba pasyvus)

Oras juda per baterijų modulius, natūraliai ar priverstinai naudojant ventiliatorius.

- **Privalumai:**

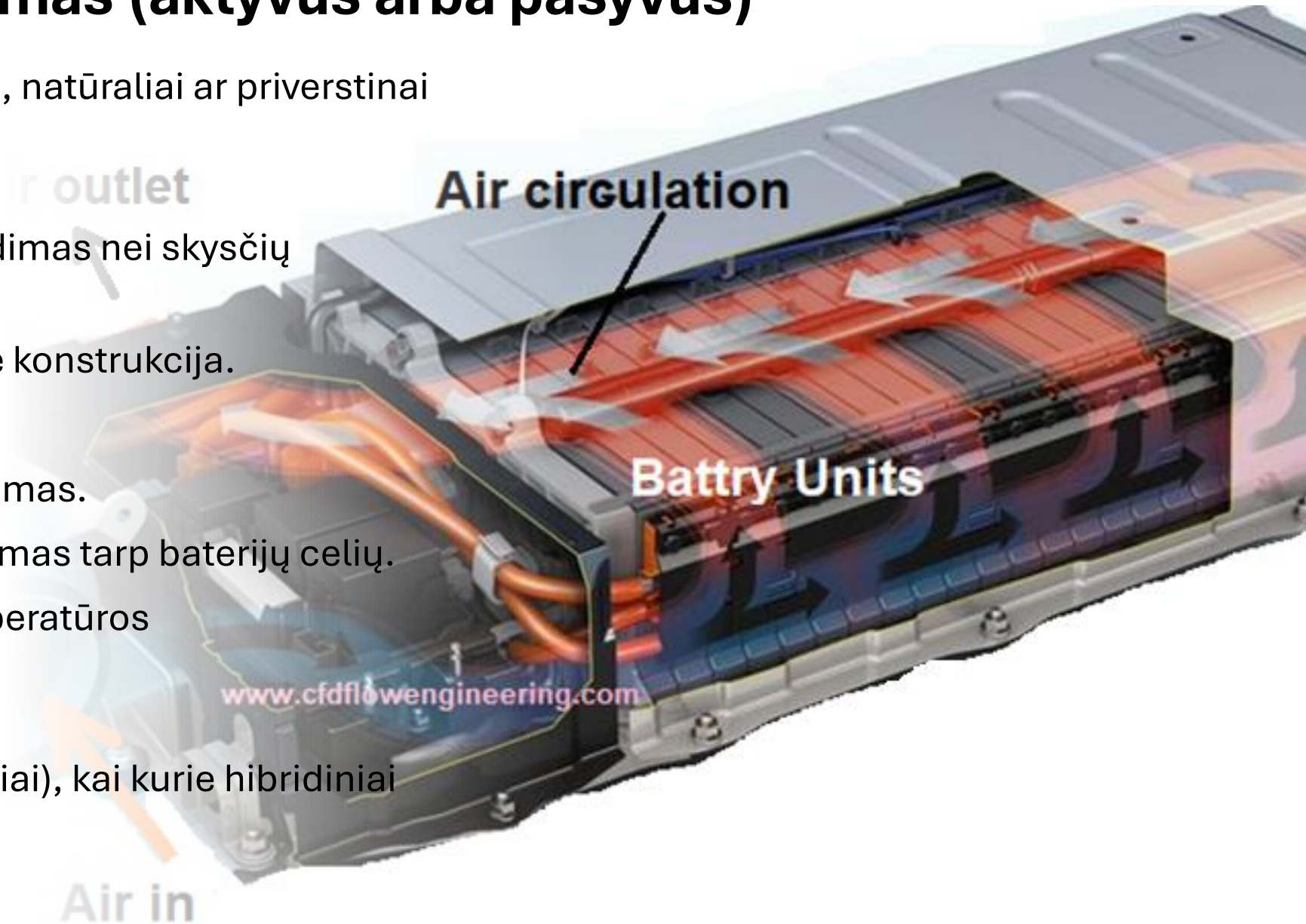
- Pigesnis ir lengvesnis sprendimas nei skysčių aušinimas.
- Mažesnė masė, paprastesnė konstrukcija.

- **Trūkumai:**

- Žemesnis aušinimo efektyvumas.
- Netolygus šilumos paskirstymas tarp baterijų celių.
Priklauso nuo aplinkos temperatūros

- **Naudojimas:**

- **Nissan Leaf** (senesni modeliai), kai kurie hibridiniai automobiliai (**Toyota Prius**).



Aušinimas skysčiu

Aušinimo skystis (vandens ir etilen glikolio mišinys) cirkuliuoja per vamzdelius aplink baterijos modulius arba specialias aušinimo plokštes.

- **Privalumai:**

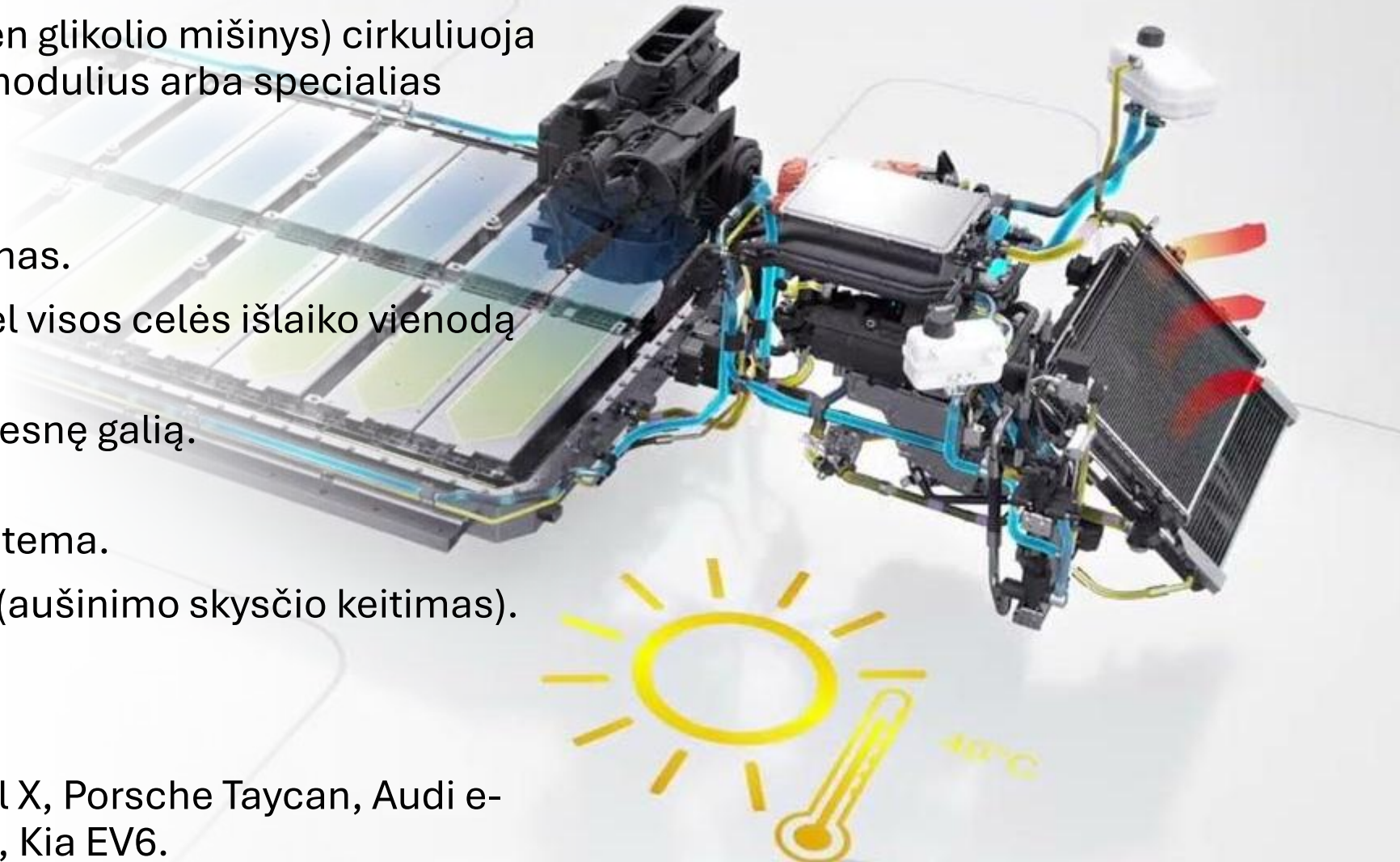
- Efektyvesnis nei orinis aušinimas.
- Tolygiai paskirsto šilumą, todėl visos celės išlaiko vienodą temperatūrą.
- Leidžia greitesnį įkrovimą ir didesnę galią.

- **Trūkumai:**

- Sudėtingesnė ir brangesnė sistema.
- Reikia papildomos priežiūros (aušinimo skysčio keitimas).
- Gali kilti nuotėkio pavojus.

- **Naudojimas:**

- Tesla Model 3, Model S, Model X, Porsche Taycan, Audi e-tron, BMW i4, Hyundai Ioniq 5, Kia EV6.



Tiesioginis dielektrinis aušinimas

Baterijos panardinamos į specialų elektrai nelaidų skystį, kuris tiesiogiai sugeria šilumą.

- **Privalumai:**

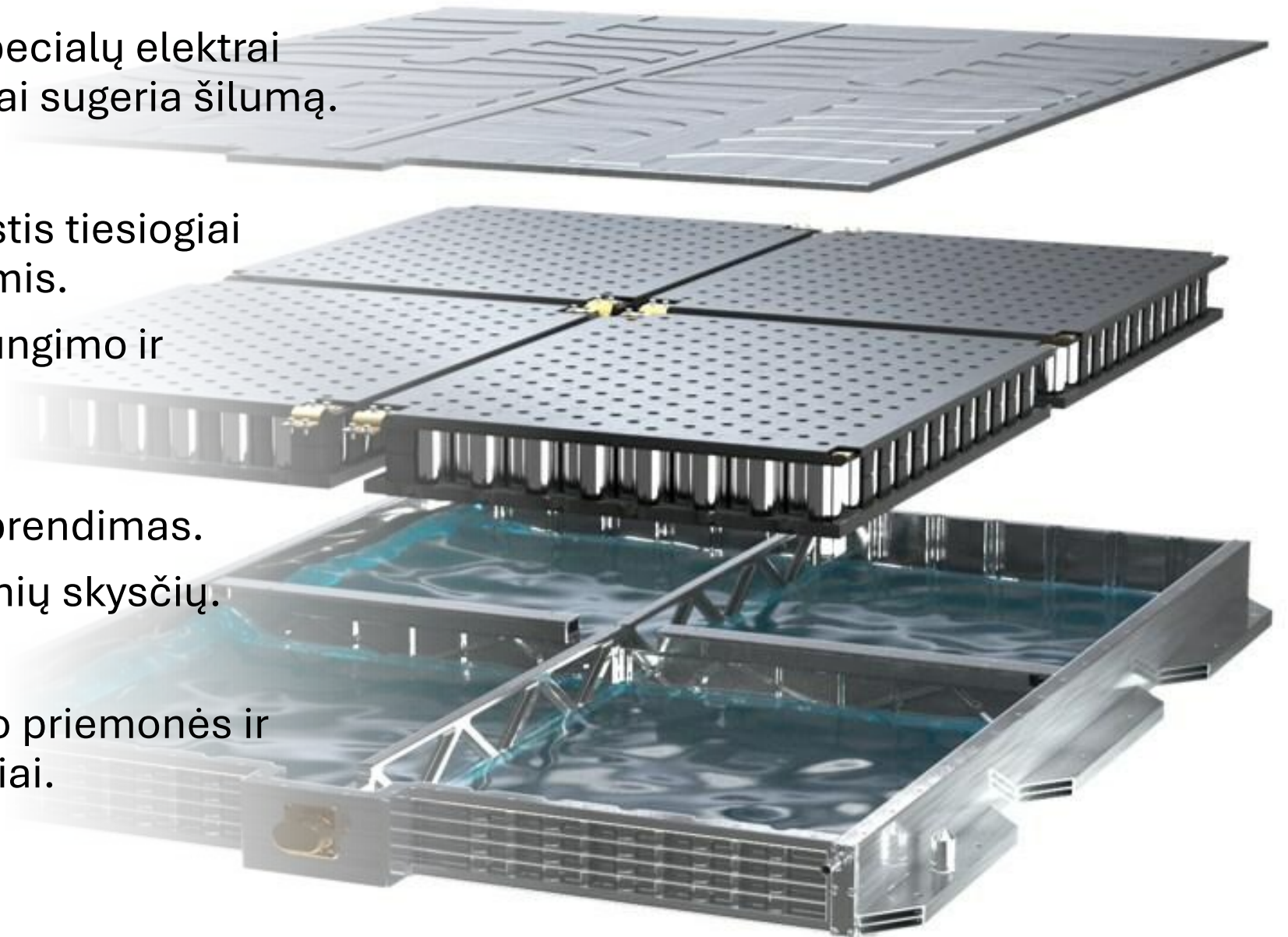
- Labai efektyvus, nes skystis tiesiogiai liečiasi su baterijos cėlėmis.
- Apsaugo nuo trumpojo jungimo ir perkaitimo.

- **Trūkumai:**

- Brangus technologinis sprendimas.
- Reikia specialių dielektrinių skysčių.

- **Naudojimas:**

- Aukštos galios transporto priemonės ir lenktyniniai elektromobiliai.

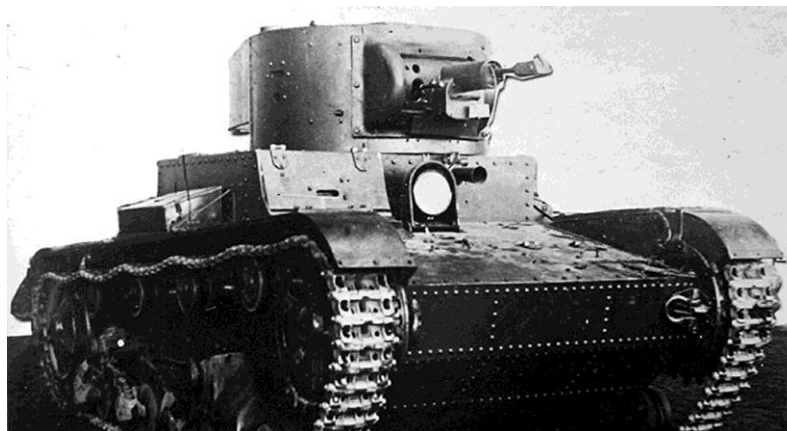


Autonominis automobilis

Autonominių transporto priemonių idėja egzistuoja jau seniai, bet realūs prototipai pradėti kurti XX a. pabaigoje. 1980-aisiais Vokietijos universitetas „Bundeswehr Munich“ sukūrė pirmą eksperimentinį savivaldį automobilį, o 1990-aisiais DARPA (JAV Gynybos pažangiųjų tyrimų projektų agentūra) inicijavo pirmąsias autonominių transporto priemonių varžybas. Didžiausias proveržis įvyko 2010-aisiais, kai „Google“ (vėliau – „Waymo“) ir kitos įmonės pradėjo masiškai testuoti autonominius automobilius realiomis sąlygomis.



1921m.



1930 m.



1940 m.

Autonominis automobilis – tai transporto priemonė, galinti važiuoti be žmogaus įsikišimo, pasikliaudama jutikliais, dirbtiniu intelektu (DI) ir navigacijos sistemomis. Šie automobiliai klasifikuojami pagal SAE (Society of Automotive Engineers) skalę nuo 0 iki 5 lygio:

0 lygis – visiškai rankinis valdymas.

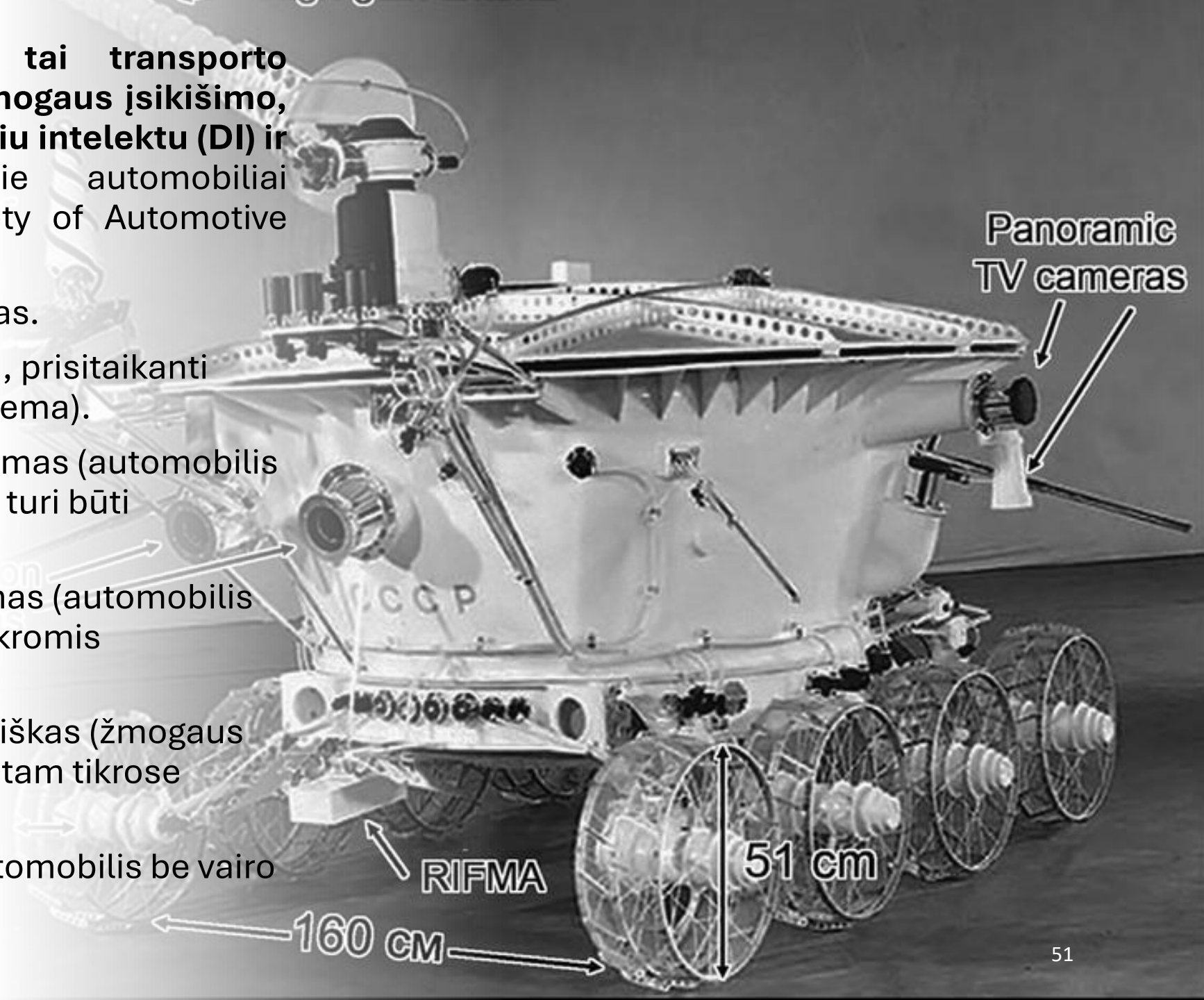
1 lygis – pagalbos sistemos (pvz., prisitaikanti pastovaus greičio palaikymo sistema).

2 lygis – pusiau autonominis režimas (automobilis gali pats vairuoti, bet vairuotojas turi būti pasiruošęs perimti kontrolę).

3 lygis – sąlyginis autonomiškumas (automobilis gali važiuoti savarankiškai tam tikromis sąlygomis).

4 lygis – beveik visiškai autonomiškas (žmogaus įsikišimas gali būti nereikalingas tam tikrose aplinkose, pvz., miestuose).

5 lygis – visiškai autonominis automobilis be vairo ir pedalų.



Autonominio automobilio konstrukcija

Jutikliai – stebi aplinką:

- **LIDAR** (lazerinis atstumo matavimas) – sukuria 3D aplinkos žemėlapij.
- **Kameros** – atpažįsta objektus, eismo ženklus, šviesoforus.
- **Radarai** – matuoja atstumą iki kitų transporto priemonių.
- **Ultragarsiniai jutikliai** – naudojami arti esančioms kliūtims aptikti (pvz., parkuojantis).





Kompiuterinė sistema (Dirbtinis intelektas, DI)

- . Apdoroja jutiklių duomenis ir priima sprendimus dėl judėjimo.
- . Naudoja neuroninius tinklus ir mašininį mokymąsi, kad prognozuotų kitų eismo dalyvių veiksmus.

Navigacija ir žemėlapiai

- **GPS** – nustato buvimo vietą.
- **HD Maps** – itin detalūs žemėlapiai, padedantys orientuotis sudėtingose aplinkose.

Automobilio valdymo sistema

- Valdo vairo, akseleratoriaus ir stabdžių mechanizmus.
- Užtikrina sklandų judėjimą pagal kompiuterio sprendimus.

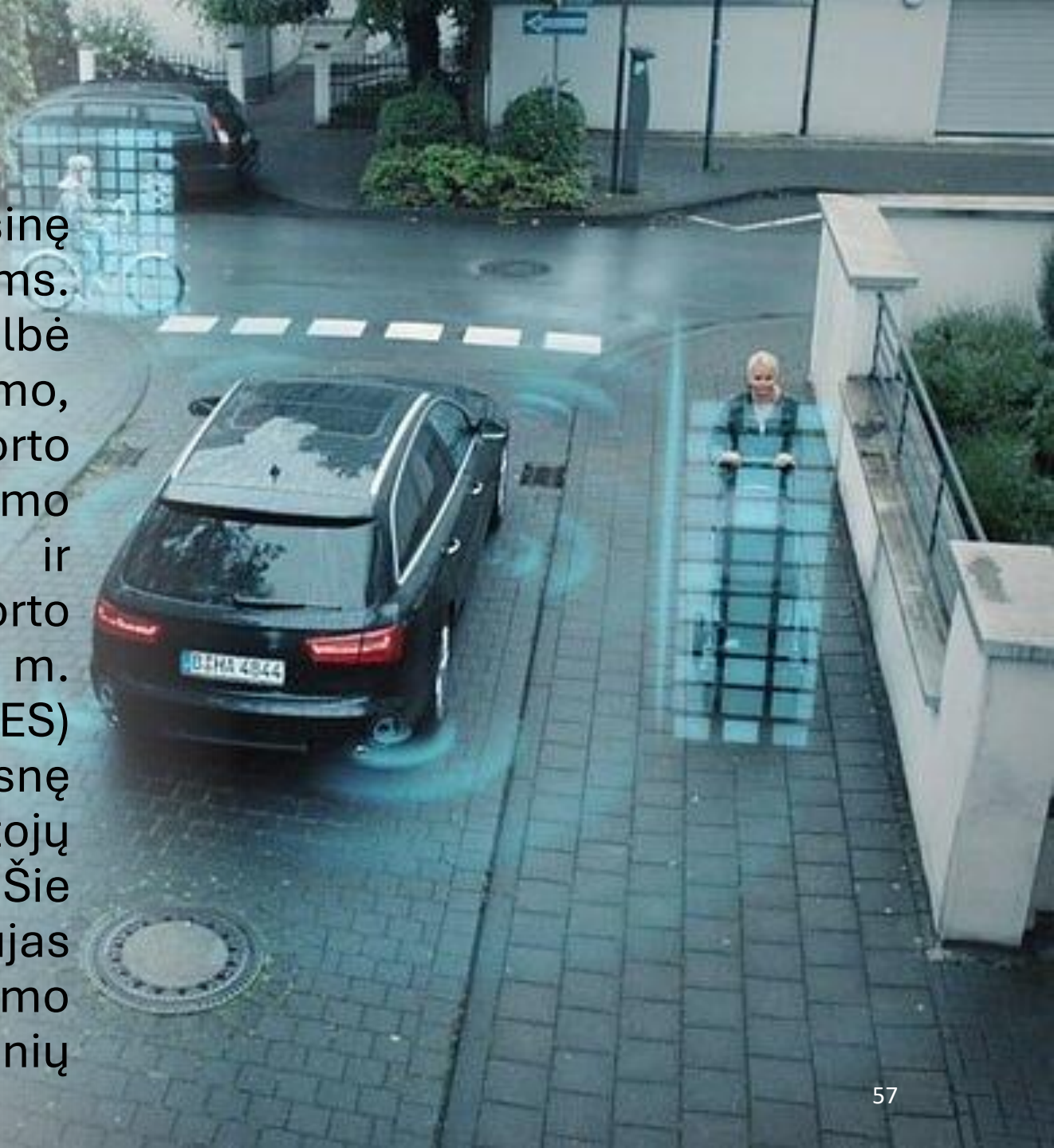




Autonominiai automobiliai – tai sudėtingos transporto priemonės, apjungiančios pažangiausias technologijas. Jų pagrindas – jutikliai, dirbtinis intelektas ir valdymo algoritmai.

Teisinė bazė

Europos Sąjunga aktyviai dirba kuriant teisinę bazę autonominiams transporto priemonėms. 2018 m. Europos Komisija paskelbė komunikatą dėl automatizuoto mobilumo, kuriame pabrėžiama autonominių transporto priemonių nauda, tokia kaip susisiekimo galimybių didinimas neįgaliesiems ir pagyvenusiems žmonėms, bei transporto efektyvumo gerinimas. Be to, 2021 m. lapkričio 24 d. buvo priimta Direktyva (ES) 2021/2118, iš dalies keičianti ankstesnę motorinių transporto priemonių valdytojų civilinės atsakomybės draudimo direktyvą. Šie pakeitimai siekia atsižvelgti į naujas technologijas ir užtikrinti tinkamą draudimo apsaugą autonominių transporto priemonių atveju.



Pagrindiniai iššūkiai, susiję su autonominių transporto priemonių teisiniu reguliavimu, apima **atsakomybės nustatymą eismo įvykių atveju, duomenų apsaugą ir privatumo klausimus, taip pat infrastruktūros pritaikymą tokioms transporto priemonėms.** Ateityje tikimasi, kad tiek tarptautiniu, tiek nacionaliniu lygmeniu bus priimti detalesni teisės aktai, užtikrinantys saugų ir efektyvų autonominių transporto priemonių integravimą į eismo sistemą.



Děkoju už děmesj





„Erasmus +“ asmenų mobilumas mokymosi tikslais projektas

Nr.2024-1-LT01-KA121-VET-000225712

Mokymas, dėstymas arba mokymo užduotys

Parengė: Saulius Stanaitis

2025 m.

Finansuojama Europos Sąjungos lėšomis. Šis kūrinys atspindi tik autoriaus nuomonę, todėl Nacionalinė agentūra ir Europos Komisija negali būti laikomos atsakingomis už jame pateiktą informaciją.