

DÍKY POCHOPENÍ AKTUÁLNÍCH TECHNICKÝCH  
AUTOMOBILOVÝCH INOVACÍ JSOU NOVÉ TECHNOLOGIE TRANSPARENTNÍ  
VYDÁNÍ 10

# ELECTRICAL VEHICLE

## ▼ V TOMTO ČÍSLE

ÚVOD

**2**

DETERMINANTY  
ELEKTROMOBILU

**2**

EVROPSKÁ  
SCHVÁLENÍ A  
PŘEDPISY

**4**

CELKOVÁ  
ARCHITEKTURA  
ELEKTROMOBILU

**5**

HLAVNÍ ČÁSTI  
HNACÍHO SYSTÉMU

**6**

REKUPERAČNÍ  
BRZDOVÝ SYSTÉM

**15**

AUTOMATICKÁ  
KLIMATIZACE

**17**

ÚDRŽBA

**19**

## ÚVOD

TV automobilovém odvětví bylo v průběhu let dosaženo řady technologických pokroků, není však pochyb o tom, že mezi nejvýznamnější patří příchod elektromobilů.

První generace elektromobilů byla vyráběna již v roce 1839 v dílně Roberta Andersona. Elektrická energie byla ukládána do nenabíjecích akumulátorů. S vynálezem dobíjecích akumulátorů v roce 1880 začaly být elektromobily sériově vyráběny ještě před vozidly se spalovacími motory.

V roce 1899 byl pokořen rychlostní rekord elektromobilem zvaným „La Jamais Contente“ (česky „Věčně nespokojená“), který díky akumulátorům NiFe od Thomase Edisona dosáhl rychlosti 105 km/h. Ve vrcholovém období činily elektromobily 90 % prodeje.

Výroba těchto vozidel však byla ukončena vzhledem k relativně krátkým dojezdům a nízkému výkonu. Na druhé straně rychle vrůstal vývoj vozidel se spalovacími motory především díky vývoji leteckých motorů.

Díky vývoji tranzistorů IGBT a akumulátorů s vyššími kapacitami je v dnešní době mnoho výrobců stále více nuceno investovat do elektromobilů. Hlavním cílem je efektivnější využití energie a následné snížení emisí z fosilních paliv.

Infrastruktura nabíjení akumulátoru v krátkodobém horizontu nedovolí, aby elektromobily nahradily vozidla se spalovacími motory. Mnoho modelů je navíc omezeno životností akumulátorů a dobou nabíjení. Tyto faktory znemožňují jejich úplné zavedení.

Nicméně, většina elektromobilů je v dnešní době používána pro přepravu do 60 km za den, především v městských oblastech, takže tyto vzdálenosti nejsou pro drtivou většinu těchto vozidel žádným problémem.

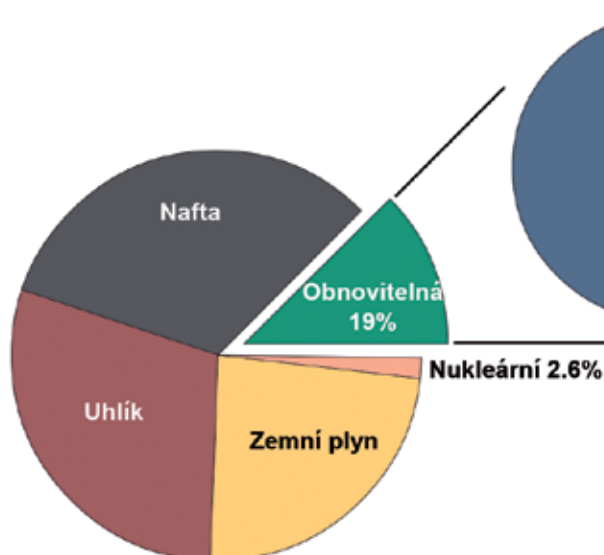
Kromě toho, vývoj rychleji nabíjecích systémů (stejnoseměrný proud) a nových generací lithium-iontových nabíjecích akumulátorů slibuje pro elektromobily úspěšnější budoucnost.

## DETERMINANTY ELEKTROMOBILU

### Přívod energie

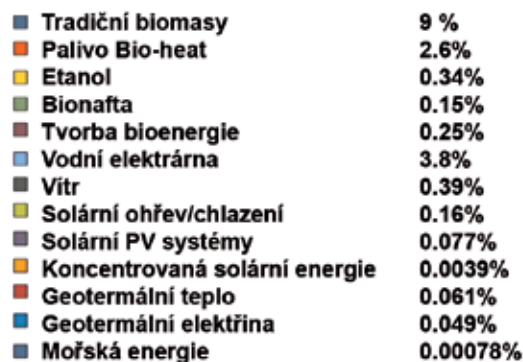
Dnešní společnost, bez ohledu na úroveň blahobytu, nemůže bez přiměřené a pravidelné dodávky energie fungovat ani přežít. To znamená, že celý energetický cyklus (nákup, zpracování a dodávka) představuje významnou část globálního ekonomického systému.

Následující graf z roku 2013 podle svého zdroje klasifikuje spotřebu energie na globální úrovni. Některé ze všech známých energetických zdrojů jsou více znečišťující a ekonomičtější než ty druhé.



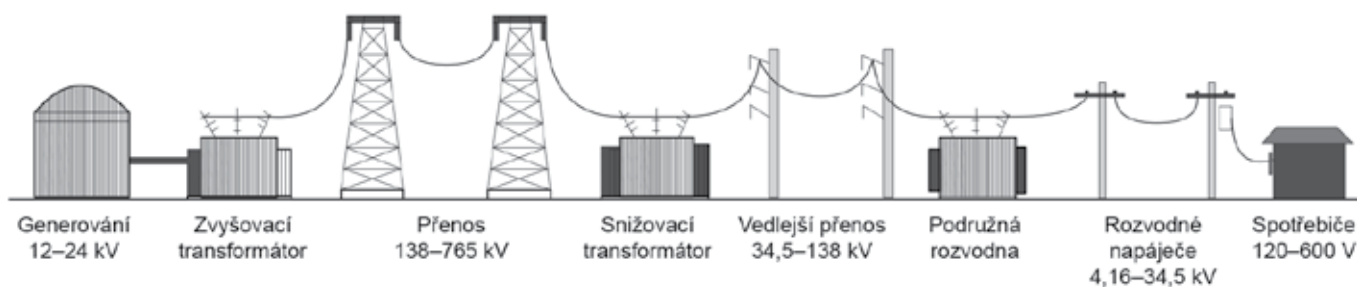
Aby elektrická energie mohla přinášet výhody udržitelnosti, nesmí pocházet ze štěpných jaderných bloků nebo elektráren, ale z obnovitelných zdrojů energie a fúzních jaderných elektráren budoucnosti.

Prognózy navíc předpovídají zvýšení budoucí poptávky, což může ohrozit udržitelnost současného energetického systému. Z tohoto důvodu je usilováno o rozvoj obnovitelného zdroje energie a zlepšení účinnosti distribuce energie.



Aby elektromobil mohl být k dispozici ve velkém měřítku, v konkrétních zemích bude nutné provést zásadní změnu stávajícího energetického systému od výroby až po poslední fázi v distribučním řetězci.

Výsledkem je, že velká část energie musí být spotřebována na stejném místě, kde je vyrobena.



## Energetická účinnost

Pokud provedeme analýzu výkonu vozidla se spalovacím motorem od jeho palivové nádrže až po kola a analýzu výkonu současného elektromobilu od jeho akumulátorů až po kola, zjistíme, že výkon elektromobilu je oproti

vozidlu se spalovacím motorem mnohem vyšší (diesel se systémem Start-Stop, Euro V, rekuperačním brzděním a dalšími zlepšeními účinnosti).



**83%**

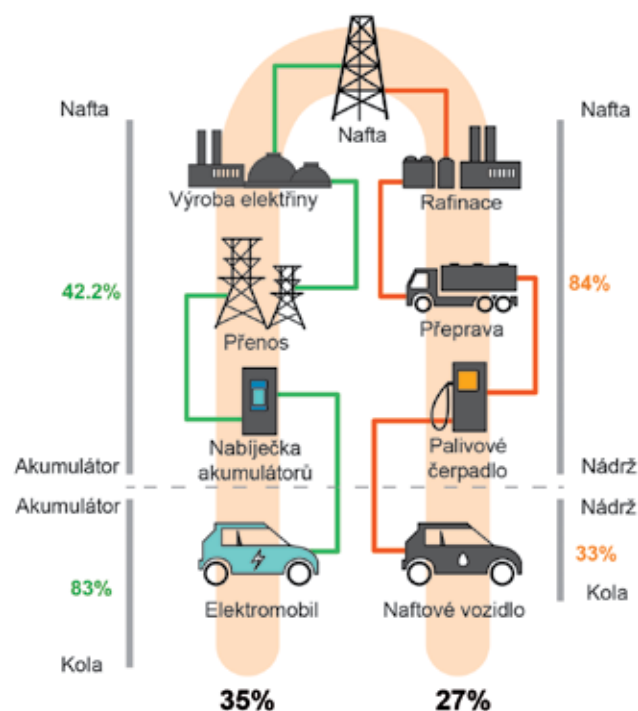


**33%**

Pokud však vezmeme v úvahu analýzu od ropného vrtu až po kola založenou na porovnání tvorby elektřiny z ropy, účinnost elektromobilu není oproti vozidlu se vznětovým motorem tolik vyšší.

Elektrická energie nesmí tedy být získávána z uhlovodíkových zdrojů.

Měla by být získávána v samotném místě spotřeby, je-li to proveditelné.



## Dopad na životní prostředí

Hlavní výhoda elektromobilu spočívá v tom, že neuvolňuje žádné znečišťující plyny, ať je provozován kdekoli. Určité studie dokazují, že zavedením 1 000 elektromobilů do městského provozu dojde ročně ke snížení uvolňování až 30 000 kg znečišťujících plynů a více než dvou tun CO<sub>2</sub>.

Další velká výhoda elektromobilů spočívá v tom, že jsou prakticky

bezhluché – elektromotory vydávají jen několik málo decibelů. Cenou a pozitivní skutečností je řízení tichého vozidla bez žádných vibrací od spalovacího motoru.

Absence hluku na druhou stranu ovlivňuje bezpečnost chodců nebo cyklistů na vozovce.

## EVROPSKÁ SCHVÁLENÍ A PŘEDPISY

Elektrické vozidlo, které jede po veřejné komunikaci, musí splňovat soubor předpisů pro schvalování, a to především ve věcech týkajících se bezpečnosti a životního prostředí, pro které jsou stanoveny zvláštní požadavky.

V Evropě platí **předpis EHK č. 100**, který zahrnuje specifické požadavky na elektromobily, co se týká jejich výrobní a provozní bezpečnosti. Dne 4. prosince 2010 vstoupila v platnost série změn 01 uvedeného předpisu, která se o dva roky později stala závaznou.

**Předpis EHK č. 100.00:** platí pouze pro elektromobily a vylučuje hybridní vozidla a vozidla kategorie M a N s maximálními rychlostmi nad 25 km/h. Tento předpis stanovuje konstrukční požadavky (ochrana proti kontaktu s elektrickým proudem, izolace a odolnost proti zatížení), provozní požadavky a požadavky na emise vodíku.

**Předpis EHK č. 100.01:** je pokračováním předchozího předpisu. Tento předpis zahrnuje hybridní vozidla v rámci použití. Byly doplněny nebo upraveny i další položky předpisu, jako je například nová definice vysokého napětí v rozmezí 60 V a 1 500 V stejnosměrných a 30 V až 1 000 V střídavých. Z hlediska bezpečnosti jsou stanoveny požadavky na konektory, izolace vysokonapěťového kabelu musí být oranžově označena a mezi jednotlivými body musejí být modifikovány postupy měření oddělující okruhy DC a AC.

Níže jsou uvedeny další obecné články, jež se specificky týkají elektromobilů:

- **R10:** definuje elektromagnetickou kompatibilitu vozidel ohledně emisí elektromagnetických vln a odolnosti vůči nim.
- **R13 a R13H:** týká se brzdění osobních a užitkových vozidel a v úvahu je rovněž brán rekuperační brzdový systém elektromobilů.
- **R79:** definuje konstrukční vlastnosti systémů řízení, maximální síly těchto mechanismů a jiné předpisy týkající se elektronických řídicích systémů vozidla.
- **R85:** definuje výkon motorů. Jeden dodatek je doplněn výpočtem

výkonu hnacích elektromotorů při testu čistého výkonu a výpočtem maximálního výkonu poskytovaného po dobu 30 minut.

- **R94 a R95:** vztahuje se k ochraně cestujících ve vozidle při kolizi přední a zadní části.
- **R101:** týká se emisí CO<sub>2</sub> a spotřeby paliva spalovacích nebo hybridních motorů a spotřeby a dojezdu elektromobilů.

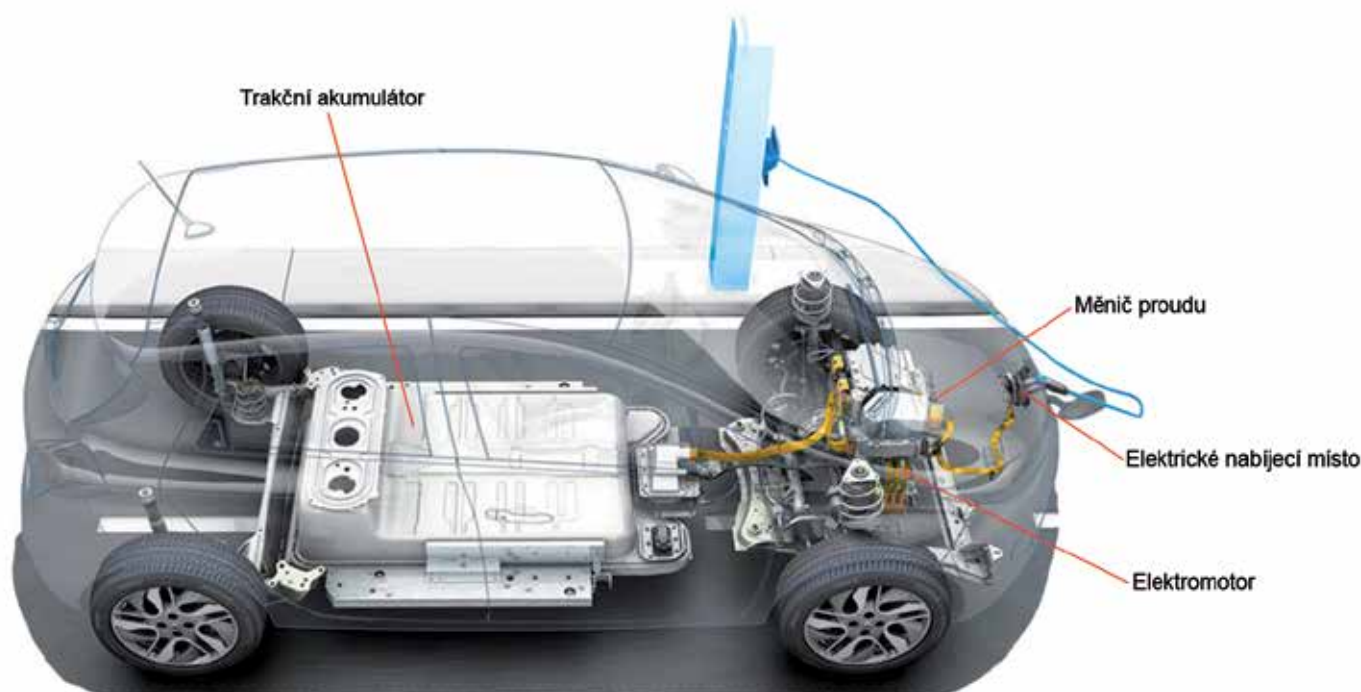
**Směrnice 2000/53** definuje konec životnosti vozidla a **směrnice 2005/64** definuje schválení vozidla, jeho vhodnost pro opakované použití, recyklaci a hodnotu. Tyto předpisy jsou pro tato vozidla velmi důležité, neboť musejí být konstruovány a vyráběny s ohledem na vliv akumulátorů na životní prostředí při jejich výrobě, použití a recyklaci.

Mimo Evropu platí pro elektromobily jiné **konkrétní předpisy**, jako je norma pro bezpečnost motorových vozidel FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standards) platná v USA nebo japonský „dodatek 110 a 111“. Tyto globální autority jsou průkopníky v oblasti konstrukce a výroby zmiňovaných vozidel.

Každý výrobce školí své pracovníky na evropské úrovni, aby byli oprávněni provádět práce na vysokonapěťovém systému elektromobilu. Evropské normy týkající se práce na vysokonapěťovém zařízení jsou **EN 50110-1 a EN 50110-2**. Zahrnují řadu sekcí, jako je **směrnice 89/391/EHS**, týkající se přijímání opatření na podporu zlepšení zdraví a bezpečnosti pracovníků.

# CELKOVÁ ARCHITEKTURA ELEKTROMOBILU

Obecně platí, že většina elektromobilů používá ke své funkci velmi podobné součásti. Niže jsou uvedeny nejdůležitější elektrické součásti ve voze Renault ZOE.



## Typ sítě

Jako obecné pravidlo platí, že elektromobil tvoří 12voltová síť, skupina multiplexních sítí pro komunikaci mezi různými řídicími jednotkami a vysokonapěťová síť v rozmezí 150–400 V.

**12voltová síť** Tato síť pracuje stejně jako u běžného vozidla. Je použita ve všech bezpečnostních systémech (aktivní a pasivní), pro nabíjení 12V akumulátoru, osvětlení, ovládání klimatu, napájení elektronických jednotek apod.

**Multiplexní síť:** Všechny systémy v elektromobilu, včetně systému řízení vysokonapěťových součástí, jsou ovládány řídicími jednotkami, jež musejí mezi sebou navzájem komunikovat. Komunikaci mezi jednotkami zajišťuje stejně jako u běžného vozidla multiplexní systém.

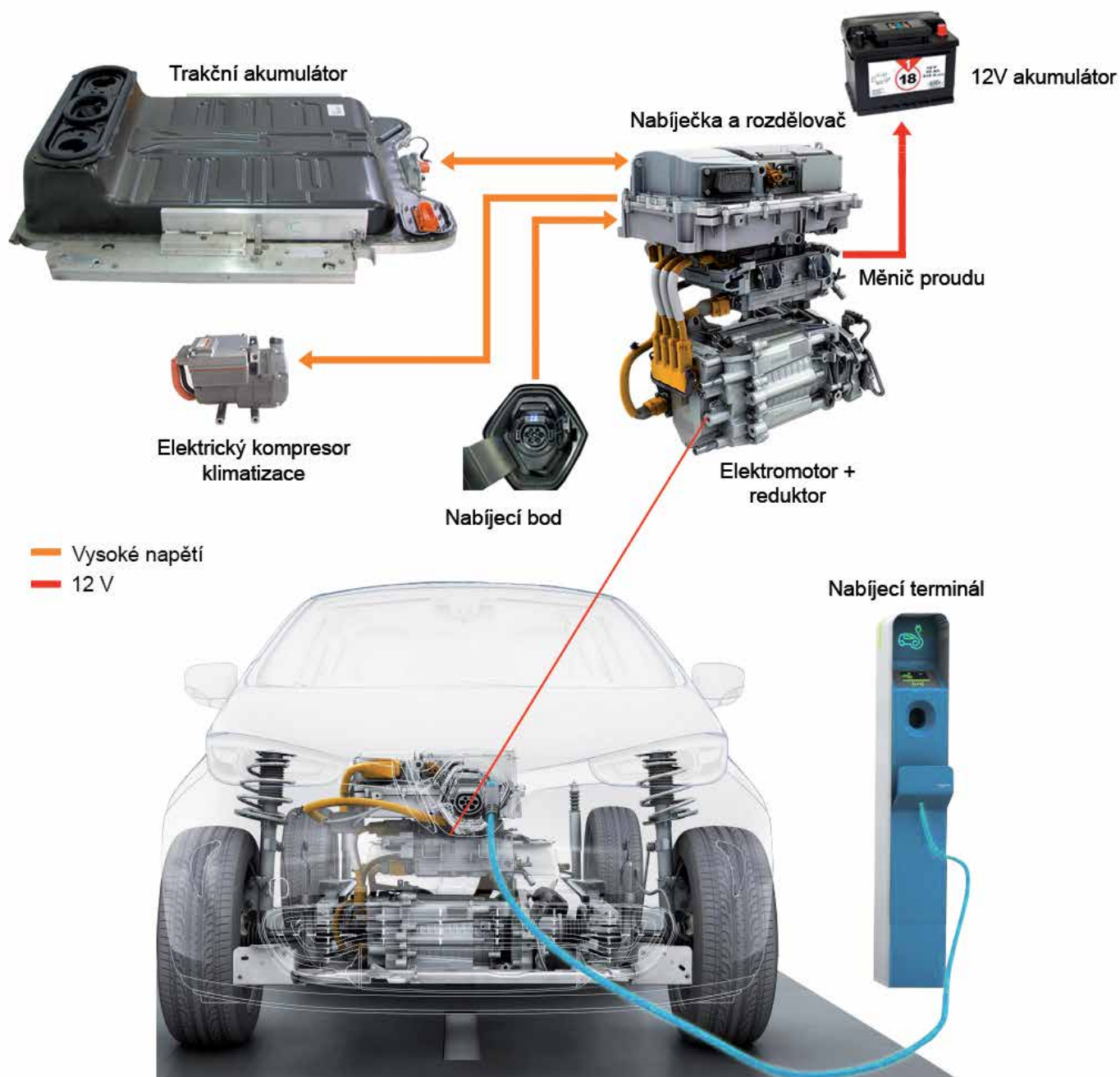
## Hlavní funkce systému elektrického pohonu

Tato vozidla jsou napájena elektrickým proudem z domácí elektrické sítě, z městské rychlonabíjecí stanice a prostřednictvím rekuperačního brzdění.

Elektrina, kterou využívá systém elektrického pohonu, je uložena ve velkokapacitním akumulátoru zvaném trakční akumulátor. Akumulátor dodává stejnosměrný proud do měniče pomocí rozdělovače, kde

**Vysokonapěťová síť:** Aby bylo možné ovládat elektrický systém pohonu, je nutné disponovat specifickou skupinou součástí. Mezi ně obvykle patří: místo elektrického nabíjení, trakční akumulátor, měnič a brzdový systém, který je kombinací elektrické rekuperační brzdy a mechanické brzdy. Součástí je rovněž systém klimatizace jak pro trakční akumulátor, tak pro kabinu. Zbývající součásti vozidla jsou podobné součástem běžného vozidla.

dochází k přeměně proudu na střídavý proud. Střídavý proud napájí elektromotor, který začne vytvářet rotační pohyb. Rotační pohyb je přenášen sestavou redukční jednotky tak, aby byl zajištěn správný chod hnacích kol.



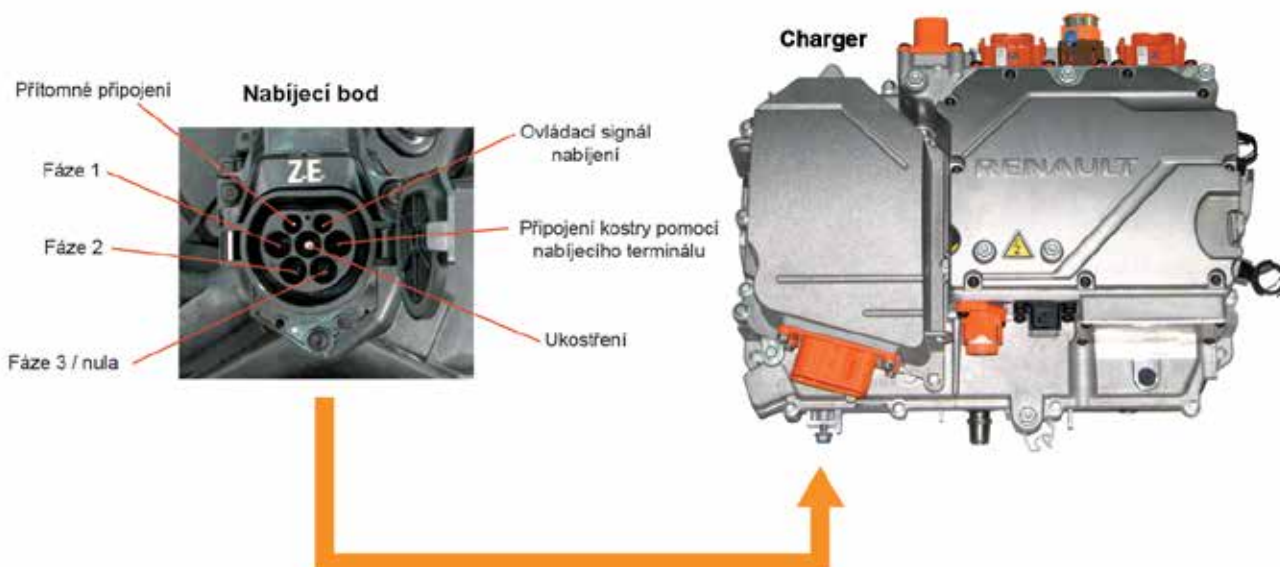
## HLAVNÍ ČÁSTI HNACÍHO SYSTÉMU

### Elektrické nabíjecí místo a nabíječka

Při každém zakoupení elektromobilu je vyžadován nabíjecí terminál, ke kterému lze připojit vozidlo k nabití akumulátoru. Připojení vozidla se provádí pomocí nabíjecího místa, které může přijímat různé zdroje v závislosti na tom, zda je napětí jednofázové nebo třífázové.

Proud z domácí sítě je střídavý. Vzhledem ke své povaze nemůže být ukládán do akumulátoru. Uložený a dodávaný proud z akumulátoru (jakéhokoliv typu) je stejnosměrný. K úpravě proudu z domácí sítě na stejnosměrný proud akumulátoru je tedy vyžadován transformátor.

Pro větší pohodlí a v zájmu umožnění připojení přímo k 220 V většina výrobců dodává nabíječku se samotným vozidlem. Tato nabíječka řídí proces nabíjení a převádí střídavý proud na stejnosměrný proud, jenž je vyžadován k provozu trakčního akumulátoru. Vedle toho je navázána komunikace mezi touto nabíječkou a nabíjecím terminálem.



Nevýhoda těchto nabíječek je, že zabírají místo a zvyšují hmotnost vozidla.

## Typ náboje

Každý typ akumulátoru vyžaduje určitý způsob nabíjení. Z toho vyplývá, že na trhu je k dispozici celá řada nabíječek a výběr té nevhodnější by měl být proveden po konzultaci s výrobcem.

Čím více elektrické energie máte k dispozici, tím rychleji bude akumulátor nabít. V závislosti na výkonu a typu dostupného elektrického proudu existují tři typy nabíjení:

- **Konvenční nabíjení:** využívá intenzitu a konvenční elektrické napětí trojfázové domovské sítě (v závislosti na sjednaném výkonu: 3,7–11 kW, 230 V).

- **Středně rychlé nabíjení:** používané v městských a garážových nabíjecích terminálech běžně pomocí třífázového střídavého proudu. Zásobuje vyšším výkonem oproti domácím sítím, čímž je značně zkrácena doba nabíjení (1 hodina).
- **Rychlé nabíjení:** rychlé nabíječky pracují s hodnotou proudu 125 A a napětí 500 V, což poskytuje výkon přibližně 60 kW. Tento typ nabíjení musí být používán k prodloužení dojezdu nebo pro vyšší pohodlí. Doba nabíjení je podstatně kratší ve srovnání s jinými typy nabíjení.

## Protokoly a konektory nabíjení

Výrobci elektromobilů zavedly své vlastní komunikační protokoly, které jsou součástí procesu nabíjení akumulátorů. Tyto protokoly informují o stavu akumulátoru, úrovni nabití, ochraně při nabíjení a samotném procesu nabíjení. Vzhledem k tomu, že různé protokoly a konektory nejsou kompatibilní, co se týká komunikace a konstrukce konektoru, výrobci

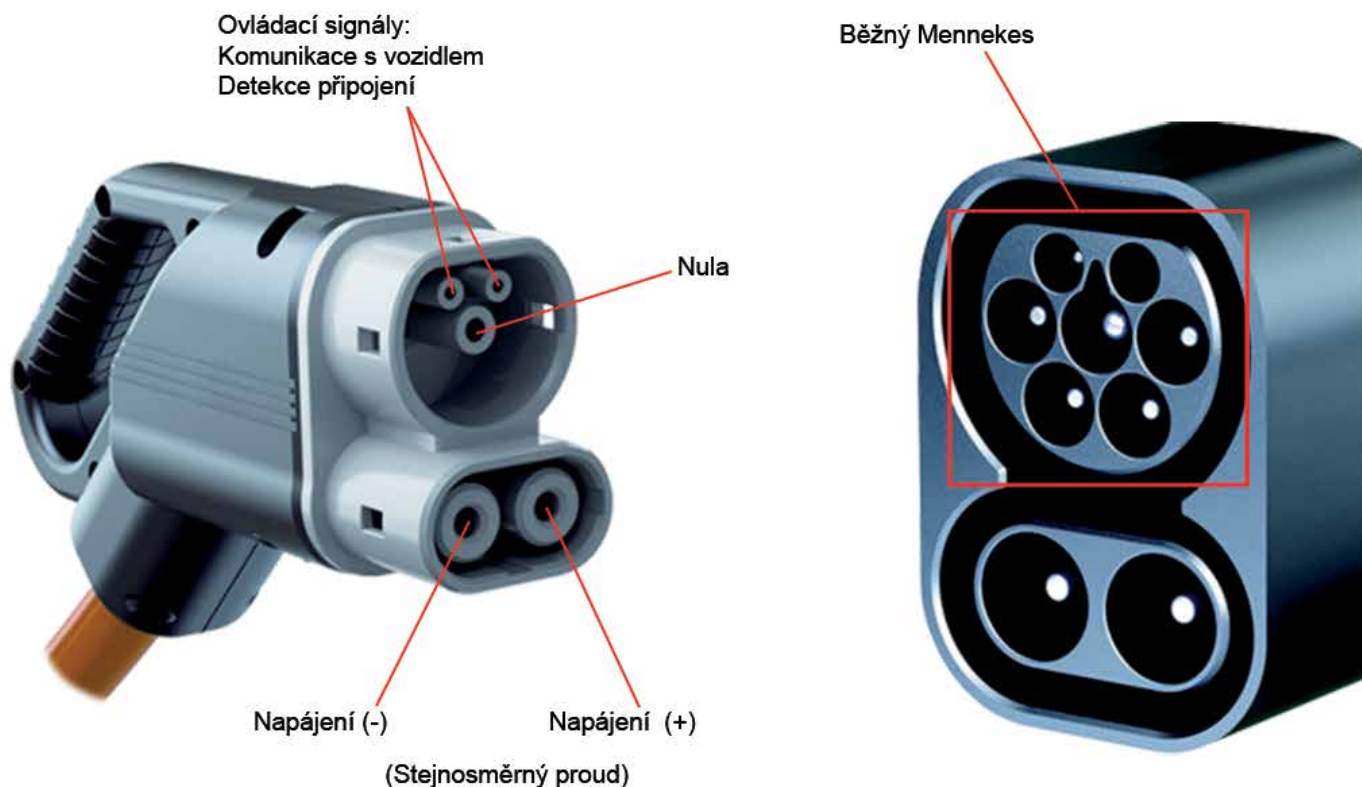
se s jistými obtížemi snaží své systémy nabíjení standardizovat. V závislosti na různých trzích existují různé standardizované protokoly nabíjení:

- **Konektor Mennekes:** Je standardizovaný v Evropě. Zakládá se na mezinárodní normě IEC 62196 (Mezinárodní elektrotechnická komise).

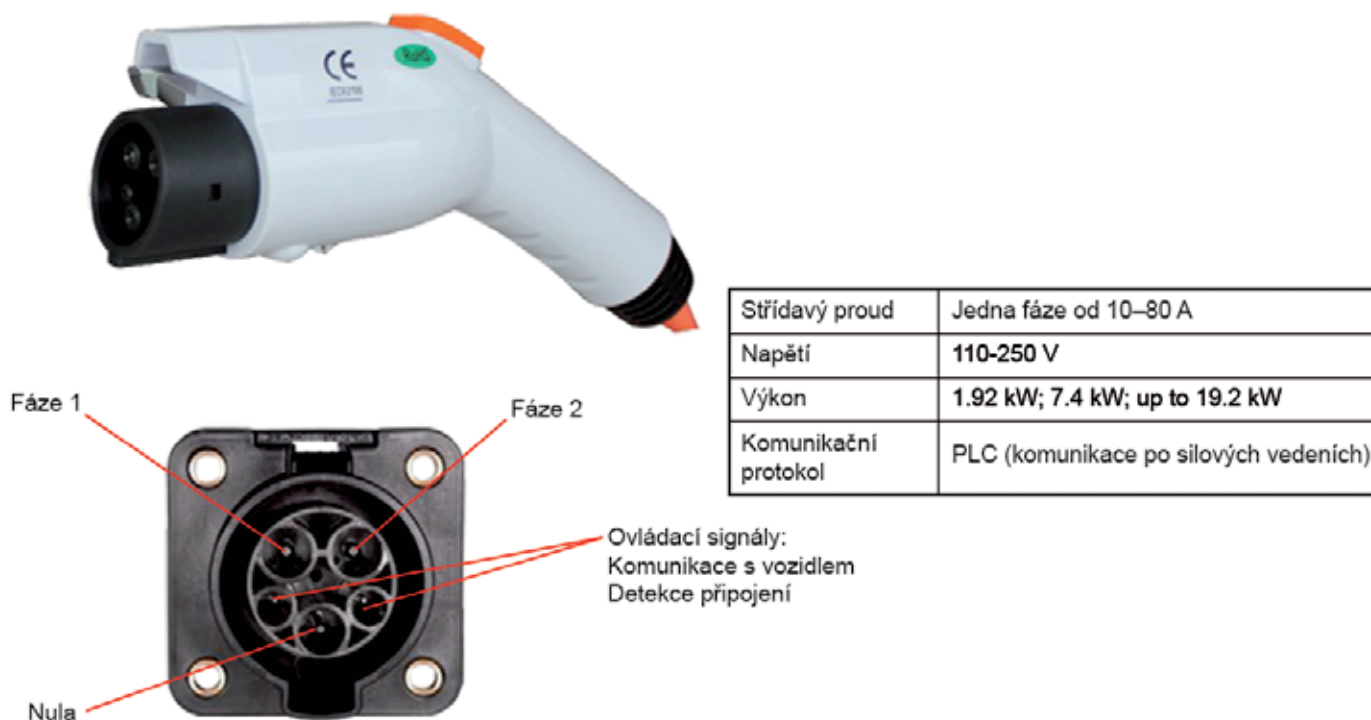


Střídavý proud	Jedna a tři fáze až 16–63 A
Napětí	100-500 V
Výkon	Až 43,8 kW
Komunikační protokol	PLC (komunikace po silových vedeních)

Jedná se o smíšené provedení od značky Mennekes pro nabíjení stejnosměrným proudem. Nazývá se kombinovaný systém nabíjení Mennekes CCS a obsahuje dva přídavné kolíky pro + a – DC. Umožňuje rychlé nabíjení s výkonem až 100 kW.



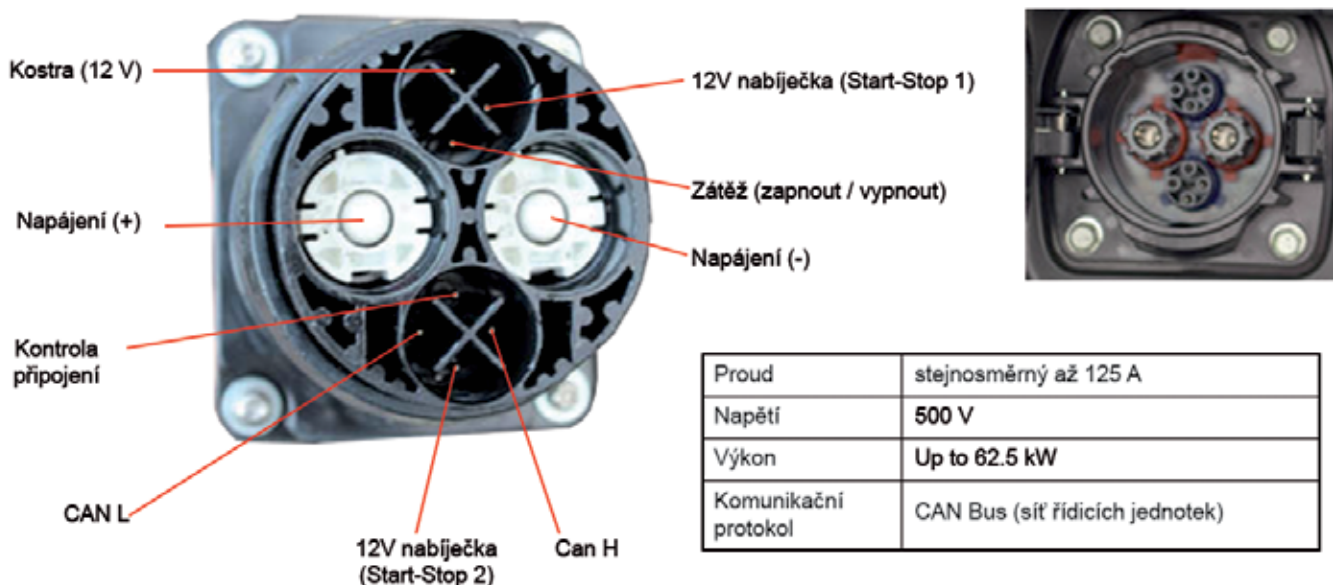
- **SAE J1772 nebo Yazaki:** Je vyvinut ve Spojených státech. Pouze pro americkou normu.



Jedná se o smíšené provedení SAE J1772 pro nabíjení stejnosměrným proudem. Nazývá se **SAE CCS** kombinovaný systém konektoru a obsahuje dva přídavné kolíky pro + a – DC. Umožňuje rychlé nabíjení s výkonem až 90 kW.



- **Konektor CHAdeMO:** CHArge de MOve (náboj pro jízdu) od Japonců pro „Pojďme na kávu“. Jedná se o japonskou normu pro rychlé nabíjení. Je určen pouze pro stejnosměrný proud a systém zajišťování je ruční.



Vzhledem k široké škále konektorů někteří výrobci vybavují svá vozidla více než jedním typem konektorů (jeden pro běžné nabíjení doma a druhý pro rychlé nabíjení).



## Trakční akumulátor

Je prvkem, který skladuje energii v chemické formě, jež se po připojení k elektrickému okruhu mění na elektrickou energii, aby mohla provádět svoji práci. Obvykle se nachází pod podlahou vozidla, což pomáhá vyrovnávat hmotnost mezi přední a zadní částí vozidla a udržovat nízkou polohu těžiště. Tím je zajištěna optimální tahová síla a vynikající stabilita vozidla.

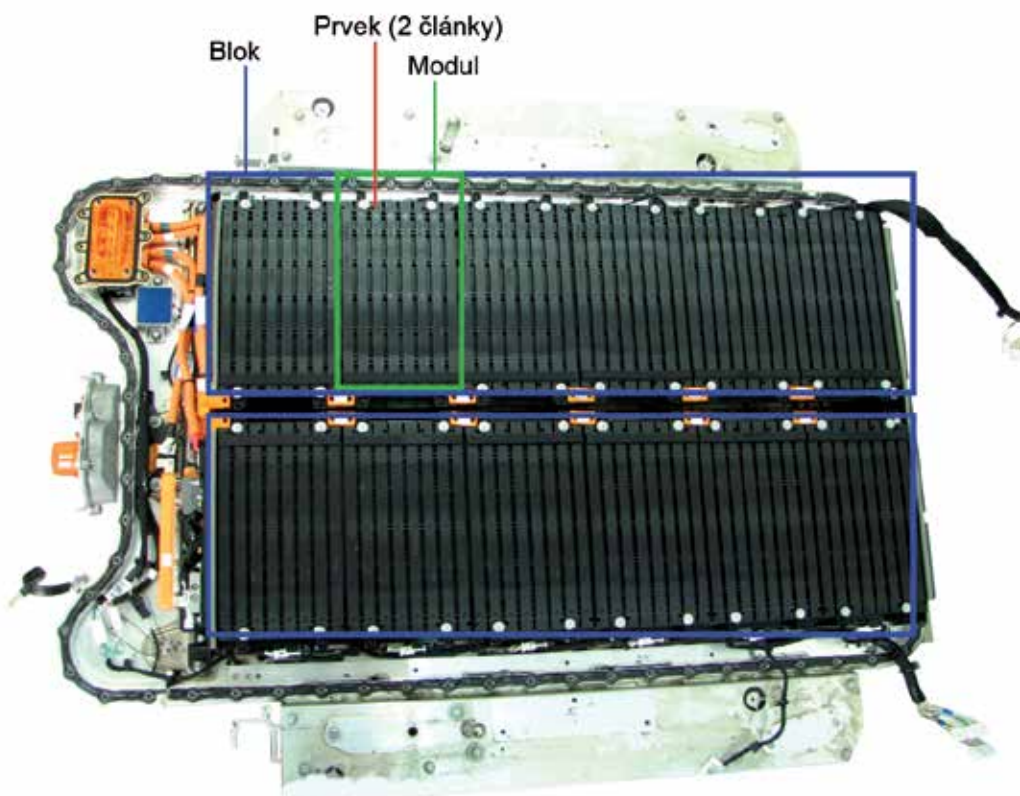
Existují různé typy: hlavní rozdíl mezi akumulátory a výkonem a napětím, které dodávají, v podstatě spočívá ve výrobě materiálu kladných a záporných elektrod. Nejznámější typy akumulátorů:

Typ akumulátoru	Olověný	Niklo-kadmiový	Nikl-metal-hydridový	Sodíko-niklový (Zebra)	Lithium-iontový
<b>Materiál záporné elektrody</b>	Olovo	Kadmium	Metal-hydridy	Sodík	Grafity, nitridy a slitiny lithia
<b>Materiál kladné elektrody</b>	Oxidy olova	Hydroxid niklu	Hydroxid niklu	Nikl	Lithium-kobalt oxid, oxid vanadia...
<b>Elektrolyt</b>	Kyselina sírová	Hydroxid draselný	Hydroxid draselný	Sodný-nikl-chlorid	Organické rozpouštědlo + lithiová sůl
<b>Energie/hmotnost (Wh/kg)</b>	30 - 50	48 - 80	60 - 120	120	110-160
<b>Napětí na článek (V)</b>	2	1.25	1.25	2.6	3.70
<b>Výdrž (cykly nabití/vybití)</b>	1000	500	1000	1000-2000	4000
<b>Doba nabíjení (h)</b>	8 - 16	10 - 14	2 - 4	-	2 - 4
<b>Samovolné vybíjení za měsíc (% z celku)</b>	5	30	20	-	25
<b>Účinnost nabíjení</b>	82.5	72.5	70	92.5	90

Nejnovější jsou **lithium-iontové akumulátory**. Díky použití nových materiálů, jako je lithium, je možné dosáhnout vysoké energetické hustoty a vysoké účinnosti, byl odstraněn paměťový efekt, byla vyloučena potřeba údržby a usnadněna recyklace.

Akumulátor tohoto typu tvoří velký počet článků, jež jsou seskupeny do modulů a rozděleny do bloků. Na následujícím obrázku je uveden

příklad trakčního akumulátoru se 192 články rozdělenými do 96 modulů a propojenými v sérii. Tento akumulátor má konkrétně jmenovité napětí 360 V a může pracovat při maximálním napětí 400 V. Jeho energetická kapacita je přibližně 22 kWh a umožňuje dojezd přibližně 150 km.



**Poznámka:** Některá sofistikovanější vozidla jako Tesla Model S ve svém akumulátoru obsahují více než 8 000 článků. Je poskytována kapacita 100 kW/h a dojezd více než 500 km mezi nabíjením.

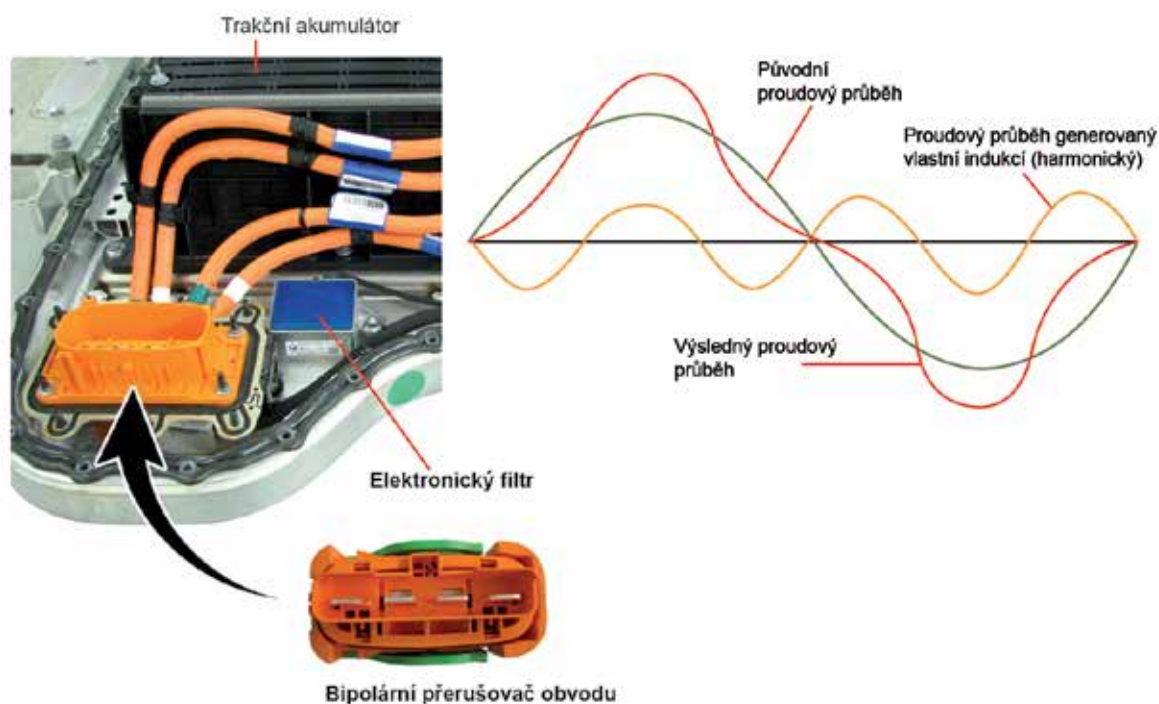
S cílem zvýšení energetické účinnosti disponují tyto akumulátory autonomním chladicím systémem, jenž udržuje optimální pracovní teplotu článků. V tomto případě je použito chladivo klimatizace, které za pomoci výparníku a ventilátoru ochlazuje proudění vzduchu, který prochází všemi moduly akumulátoru.

Nabíjecí a vybíjecí napětí každého článku v těchto trakčních akumulátorech by mělo být limitováno výrobcem. To se provádí začleněním elektronického řídicího systému, který monitoruje a vyrovnává cykly nabíjení a vybíjení a jejich správnou funkci. Tento

systém řízení vyžaduje součásti, jako jsou teplotní čidla, stávající snímače, pojistky, rezistory apod.

S cílem zajištění bezpečnosti těchto akumulátorů je využit bipolární jistič, který umožňuje odpojení kladné a záporné svorky trakčního akumulátoru od zbývajících elektrických součástí vozidla. Jedná se o bezpečnostní systém, jenž zabraňuje přítomnosti nebezpečných proudů ve zbývajícím elektroinstalaci a vysokonapěťových součástech.

Další důležitou součástí k zajištění dlouhé stability a správného provozu trakčního akumulátoru je začleněný elektronický filtr, jenž je připojen k záporné svorce. Tento filtr absorbuje harmonické zkreslení přívodního a výstupního proudu.



## Měnič proudu

Stará se o přeměnu stejnosměrného proudu z trakčního akumulátoru na třífázový střídavý proud, který vyžaduje vysoce výkonný elektromotor. Při zpomalování navíc převádí elektrickou

energii vyráběnou motorem zpět na stejnosměrný proud, který je ukládán zpět do akumulátoru.



Komunikace mezi měničem proudu a elektromotorem je zajištěn pomocí zvláštní elektroinstalace. Všechny vysokonapěťové kabely jsou stíněné, aby v maximální možné míře bylo zamezeno vzniku vířivých proudů.

Měnič naopak řídí spínání fází statoru v závislosti na poloze rotoru,

**Důležité:** Dvanáctivoltový systém těchto elektromobilů nepoužívejte ke startování jiného běžného vozidla. Nízkonapěťový systém není schopen poskytovat takový elektrický výkon, jenž by poháněl motor startéru vozidla se spalovacím motorem.

V zájmu zamezení přehřívání součástí hnacího ústrojí (měnič, systém dobíjení, elektromotor, montážní celek reduktoru apod.)

požadavku na výkon, rekuperačním brzdění a na tom, zda se vozidlo pohybuje vpřed nebo vzad.

Měnič rovněž snižuje napětí trakčního akumulátoru na nízké napětí pro napájení 12V elektrických spotřebičů a také nabíjí malý 12V akumulátor.

je namontován vodní chladicí systém. Teplota v tomto chladicím systému se pohybuje kolem 50 °C a díky použitému teplotnímu čidlu není vyžadován termostat.

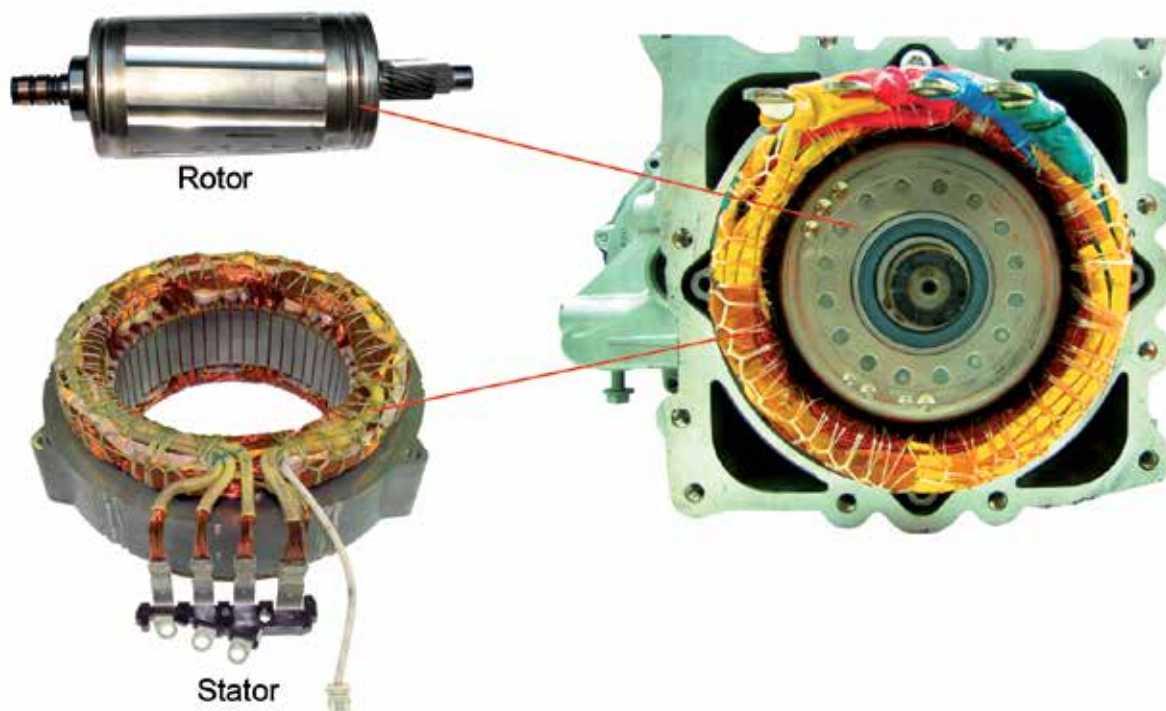
## Sestava hnacího elektromotoru a reduktoru

Hnací motor je důležitou součástí v rámci architektury elektromobilu. Přeměňuje elektrickou energii na mechanickou energii, jež je přenášena na kola.

Provozní princip elektromotoru spočívá v indukci magnetického pole generovaného státorem, které pracuje součinně s magnetickým polem generovaným v rotoru. Díky tomuto „vzájemnému působení“ mezi oběma poli je umožněno otáčení elektromotoru. Tyto motory mohou rovněž pracovat jako generátor při zpomalování vozidla, čímž vzniká

střídavý proud, jenž je následně převáděn na stejnosměrný proud (v měniči) a ukládán do akumulátoru.

Hlavní součástí těchto zařízení je stator, jenž zůstává nehybný, ve kterém jsou umístěny indukční cívky, které tvoří měděné vinutí znázorněné na obrázku. A rotor, který pracuje jako magnetické jádro a který při otáčení přenáší pohyb do sestavy reduktoru.



### Typ motoru

Elektromotory jsou v podstatě rozděleny na dva typy: synchronní a asynchronní. Rozdíl mezi nimi spočívá ve způsobu, jakým pracují.

U synchronních motorů jsou otáčky rotoru shodné s rychlostí otáčení magnetického pole statoru. Zatímco u synchronních, respektive

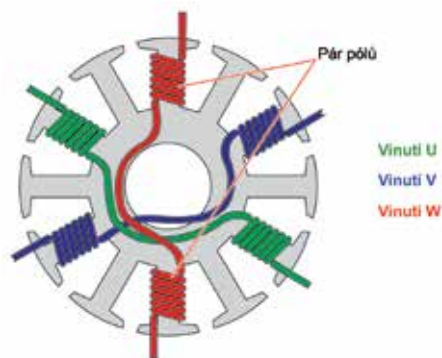
indukčních motorů jsou otáčky rotoru vždy nižší než rychlost otáčení magnetického pole statoru.

Synchronní motory jsou například použity ve vozidlech Renault ZOE a Nissan Leaf a asynchronní motory jsou použity ve vozidlech Tesla.

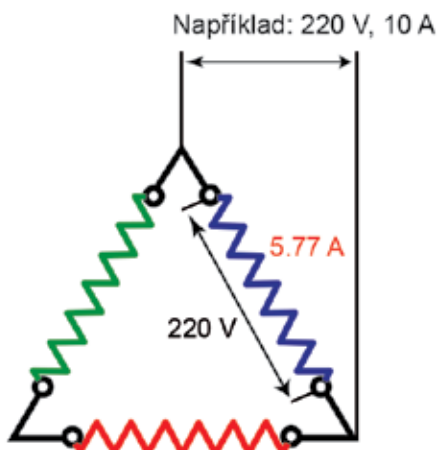
## Stator

Tato součást je v synchronních a asynchronních motorech prakticky stejná. Stator je obvykle třífázový a sestává ze tří cívek rovnoměrně rozmístěných kolem svého pláště. Název těchto cívek je obvykle U, V a W.

V závislosti na rozmístění cívek kolem pláště je získáno více nebo méně magnetických polí.



### -Zapojení do trojúhelníku-

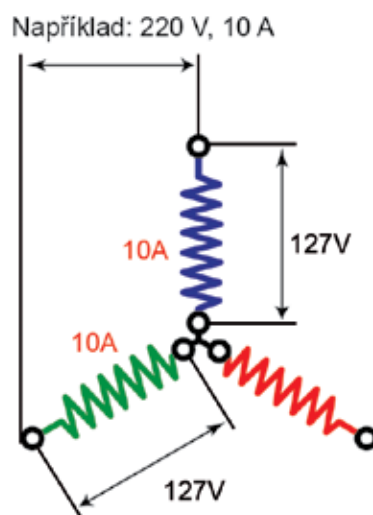


$$I \text{ fáze} = \frac{I \text{ linka}}{\sqrt{3}} \quad V \text{ fáze} = V \text{ linka}$$

Tyto cívky mohou být zapojeny do hvězdy (všechny koncovky cívky jsou připojeny ke společnému bodu), nebo trojúhelníku (připojení na konci každé fáze do série tak, aby byl systém napájen pomocí připojovacích bodů). Na následujícím obrázku jsou znázorněny oba tyto typy připojení, které s hodnotou napětí 220 V a proudem 10 A mají ve svém vedení různé intenzity a napětí.

Rotační výkon motoru zapojeného do hvězdy je shodný s výkonem

### -Zapojení do hvězdy-



$$V \text{ fáze} = \frac{V \text{ linka}}{\sqrt{3}} \quad I \text{ fáze} = I \text{ linka}$$

motoru zapojeného do trojúhelníku. Pokud jsou však fáze zapojeny do trojúhelníku, intenzita a točivý moment motoru jsou ve srovnání se zapojením do hvězdy nižší, zatímco jeho rychlost otáčení a napětí jsou vyšší. Pokud jsou fáze naopak zapojeny do hvězdy, otáčky a napětí jsou ve srovnání se zapojením do hvězdy nižší, zatímco intenzita a točivý moment motoru jsou vyšší. Motory elektromobilů jsou tedy obvykle zapojeny do hvězdy, aby poskytovaly maximální točivý moment.

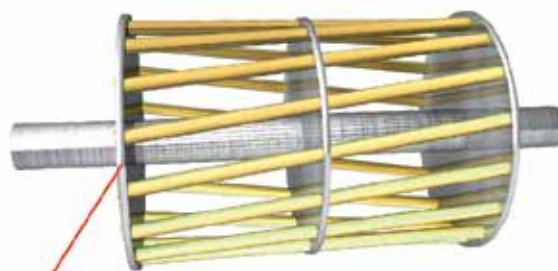
## Rotor

Motor může mít jeden nebo dva rotory podle toho, zda je synchronní nebo asynchronní. Asynchronní motory obsahují rotor typu s „kleci

- **Rotor typu s „klecí pro veverka“** sestává z tyčí uspořádaných kolem okrajů rotoru (běžně měděné). Konce těchto tyčí jsou spojeny zkratovacím kroužkem, pokud není vinutí motoru

pro veverka“ (squirrel cage rotor). Zatímco synchronní motory běžně používají rotor s permanentním magnetem.

možné spojit s vnější částí. Magnetické pole statoru indukuje proud v rotoru, který je následně transformován v magnetickém poli potřebném k zahájení otáčení hřídele.



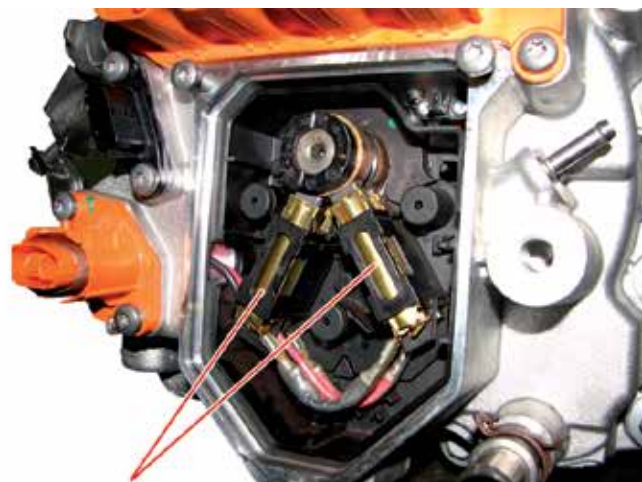
Zkratovací kroužek

- **Vinutý motor** obsahuje měděné vinutí ve vnitřní části, které je připojeno ke vnější části pomocí dvou sběrných kroužků namontovaných na stejném hřídeli. Tyto kroužky jsou trvale napájeny



Sběrné kroužky

pomocí kartáčů, jež napájí vinutí rotoru, jehož účelem je tvorba magnetického pole v rotoru.



Kartáče

- **Rotor s permanentními magnety** „nevytváří“ magnetické pole tím, že absorbuje proud ze zdroje napájení, neboť magnetické pole již

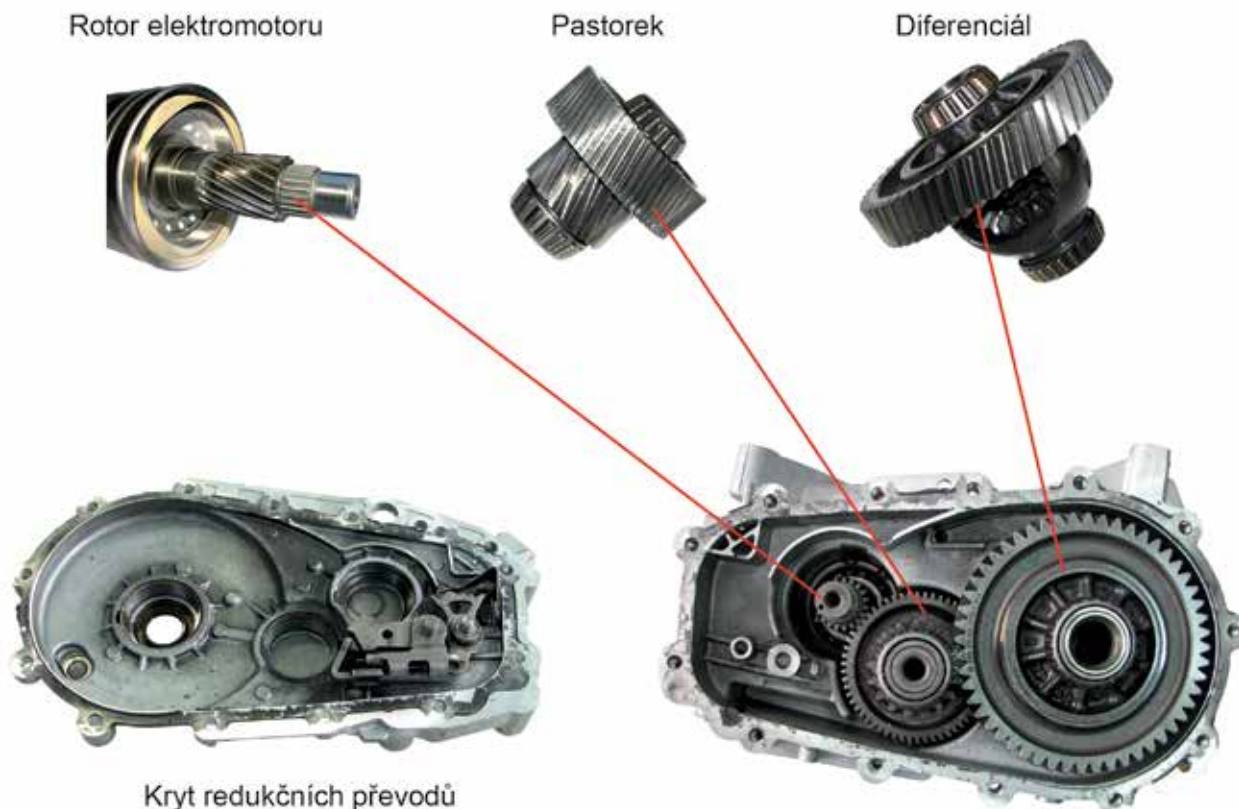
vytvářejí samotné magnety. Pro tento typ magnetu je použit materiál zvaný „neodym“.

## Sestava reduktoru

Vysoký počet otáček elektromotoru (12 000 ot/min) a dostupný vysoký točivý moment znamenají, že elektromobily nepotřebují převodovku žádného druhu. Vzhledem k tomu, že elektromotor může poskytovat výkon již od nulového momentu (není třeba volnoběžný chod), není vyžadován ani spojkový systém.

Je však nutná montáž redukčního systému (sestava reduktoru), jenž převádí vysoké otáčky elektromotoru na odporový moment.

Reduktor sestává z hřídele elektromotoru (rotor), redukčního pastorku a běžného diferenciálu.



Kryt redukčních převodů

Pro jízdu vzad rovněž není vyžadováno spojení s třetím pastorkem, neboť postačuje změna otáčení elektromotoru.

## REKUPERAČNÍ BRZDOVÝ SYSTÉM

V elektromobilu lze nalézt různé brzdové systémy, avšak pro vnímání řidiče musí brzdový systém pracovat jako jediná brzdová síla. Brzdový systém sestává z běžného hydraulického systému a rekuperačního brzdového systému, ve kterém je využíván elektromotor (pokud pracuje jako proudový generátor).

Běžný (hydraulický) brzdový systém je běžně vybaven posilovačem brzd, který pracuje v podtlaku. V běžném vozidle je podtlak vytvářen sacím potrubím (benzínový motor), nebo brzdovým pedálem (vzňetový motor). U elektromobilu může být podtlak vytvářen, obecně řečeno, pouze dvěma způsoby:

- Pomocí elektrického vakuového čerpadla, jež se zapíná na základě signálu od tlakového snímače, jež je namontován na samotném posilovači brzd.
- Nebo elektromotor použitý pro systém ABS vytváří hydraulický tlak, jež se používá v hydraulickém okruhu.

Rekuperační brzdění v těchto typech vozidel se uvádí v činnost při uvolnění plynového pedálu. V tento okamžik přestává elektromotor pohánět kola, aby mohl změnit svoji funkci na generátor proudu. Setrvačností rotoru dochází k elektromagnetické indukci v cívkách statoru, díky které vzniká střídavý proud. Tento střídavý proud je usměrněn na stejnosměrný proud pomocí měniče, aby jej bylo možné uložit do trakčního akumulátoru. Čím víc je brzdový pedál sešlápnut a čím větší síla je na něj vyvíjena, tím více energie je ukládáno do akumulátoru pomocí generátoru, což vede k získávání více energie.

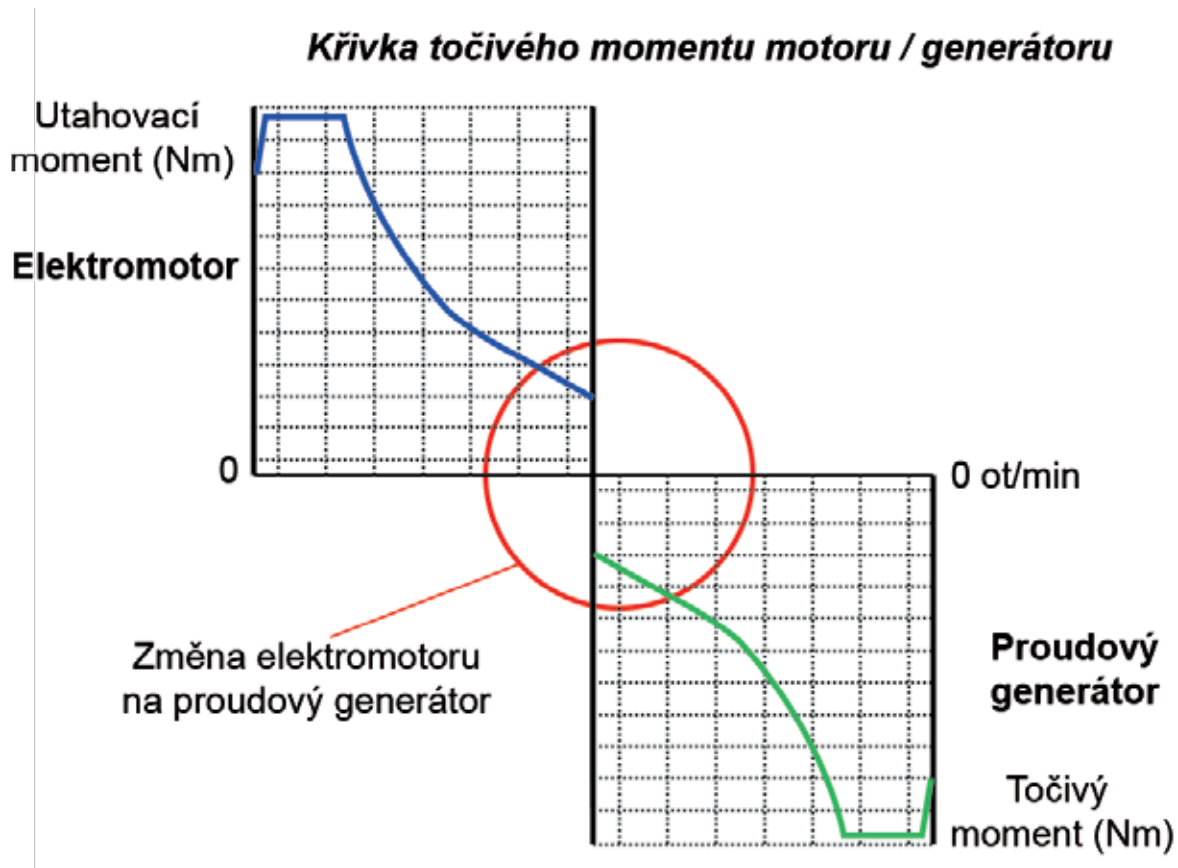
Se systémem rekuperačního brzdění se značně zvyšuje dojezd vozidla především při jízdě ve městě. Zároveň se snižuje opotřebení brzd.

Aby bylo zajištěno účinné brzdění elektromobilu a zároveň byl co nejlépe využit systém rekuperačního brzdění k nabíjení trakčního akumulátoru, je vyžadován brzdový systém, který oba brzdové systémy neustále kombinuje.



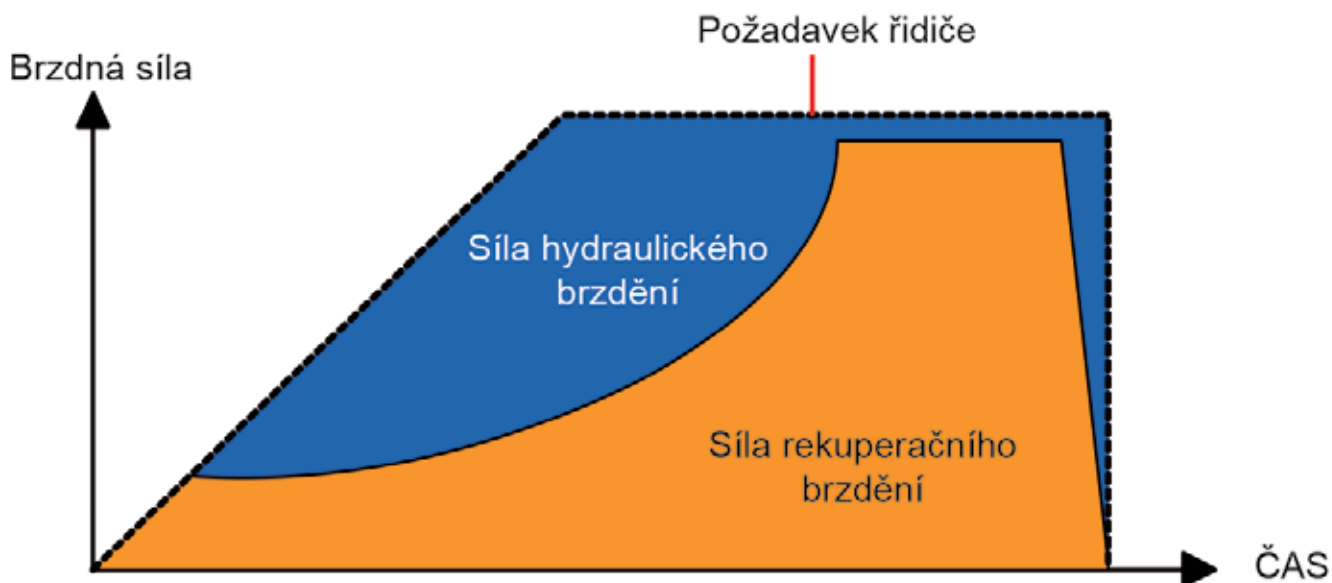
Odporový točivý moment generátoru částečně závisí na počtu jeho otáček. Pře přechodu z funkce elektromotoru na proudový generátor je krátký časový interval, během kterého není k dispozici žádný točivý moment, kdy brzdění musí být 100% hydraulické. Jakmile je znovu k dispozici odporový točivý moment, brzdový systém je v zájmu čerpání

výhod rekuperačního brzdění schopen snížit nebo dokonce potlačit hydraulické brzdění. Při snížených otáčkách generátoru není dostupný odporový točivý moment. V tento okamžik musí být znovu použito hydraulické brzdění.



Brzdový systém elektromobilu tedy přerušuje tlak vyvíjený řidičem na brzdovou pumpu, aby bylo možné zkombinovat hydraulické a

rekuperační brzdění podle požadovaného výkonu brzd.





## AUTOMATICKÁ KLIMATIZACE

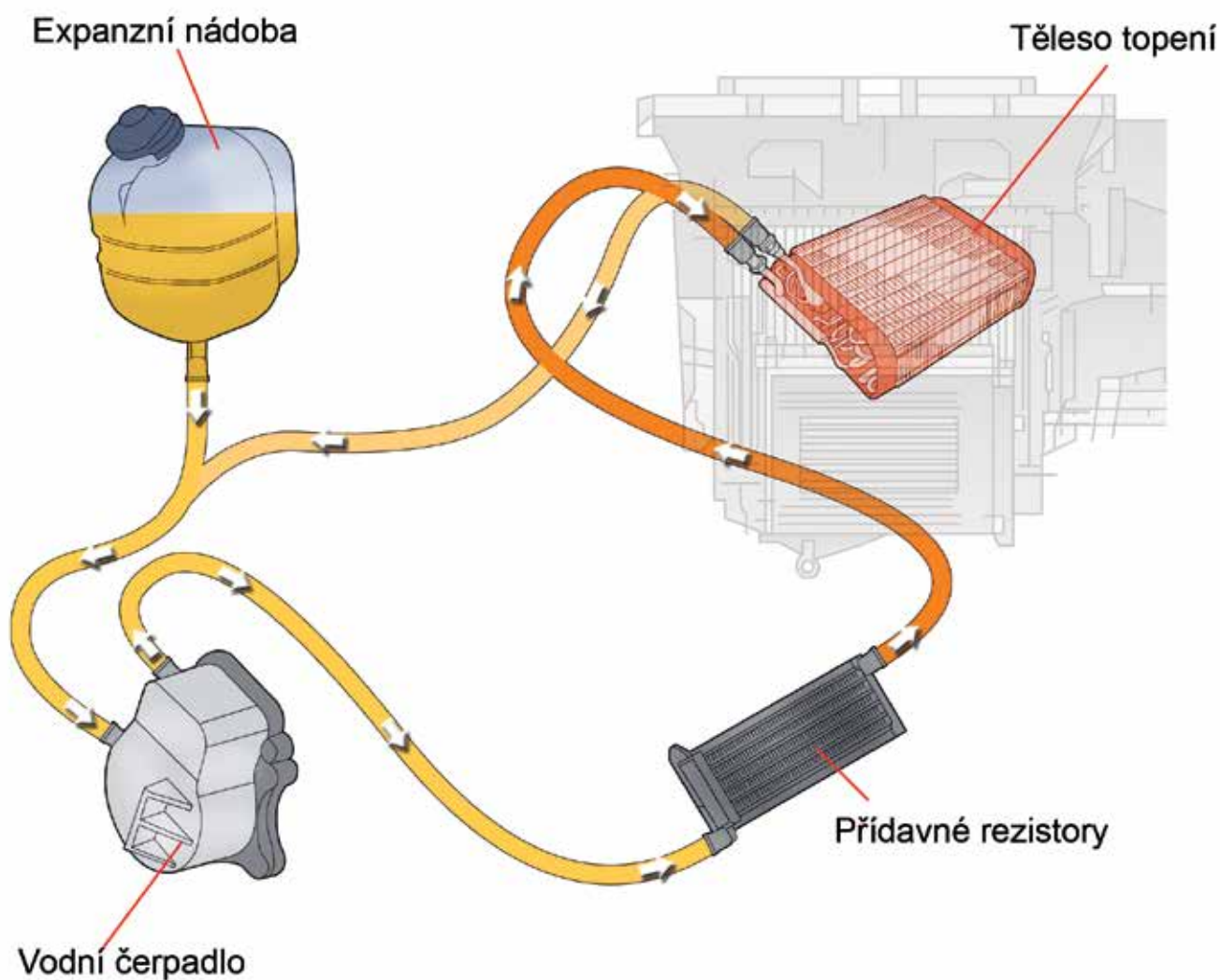
Vzhledem k tomu, že není přítomen žádný spalovací motor, výrobci elektromobilů si položili dvě otázky:

- Jak ovládat kompresor klimatizace.
- Jak získat zdroj tepla k vytápění.

Pokud jde o zdroj tepla pro vytápění, první elektromobily byly vybaveny stacionárním vytápěním s malou palivovou nádrží (benzín nebo motorová nafta), jež bylo obdobou vytápění domácností.

Další modernějším přijatým prvkem je použití přídavných rezistorů, jež pracují při napětí trakčního akumulátoru. Systém rovněž sestává z následujících součástí:

Přídavné rezistory ohřívají kapalinu cirkulující v okruhu. Pracují vždy, když je vozidlo v provozu a je vyžadována funkce topení.



Ve studené smyčce jsou použity stejné součásti jako v běžném vozidle. Jediný rozdíl spočívá v tom, že kompresor klimatizace je ovládán elektromotorem namontovaným v jeho vnitřním prostoru.

Tyto kompresory jsou většinou typu Scroll a jejich umístění je většinou shodné s umístěním v běžném vozidle, tj. v motorovém prostoru.

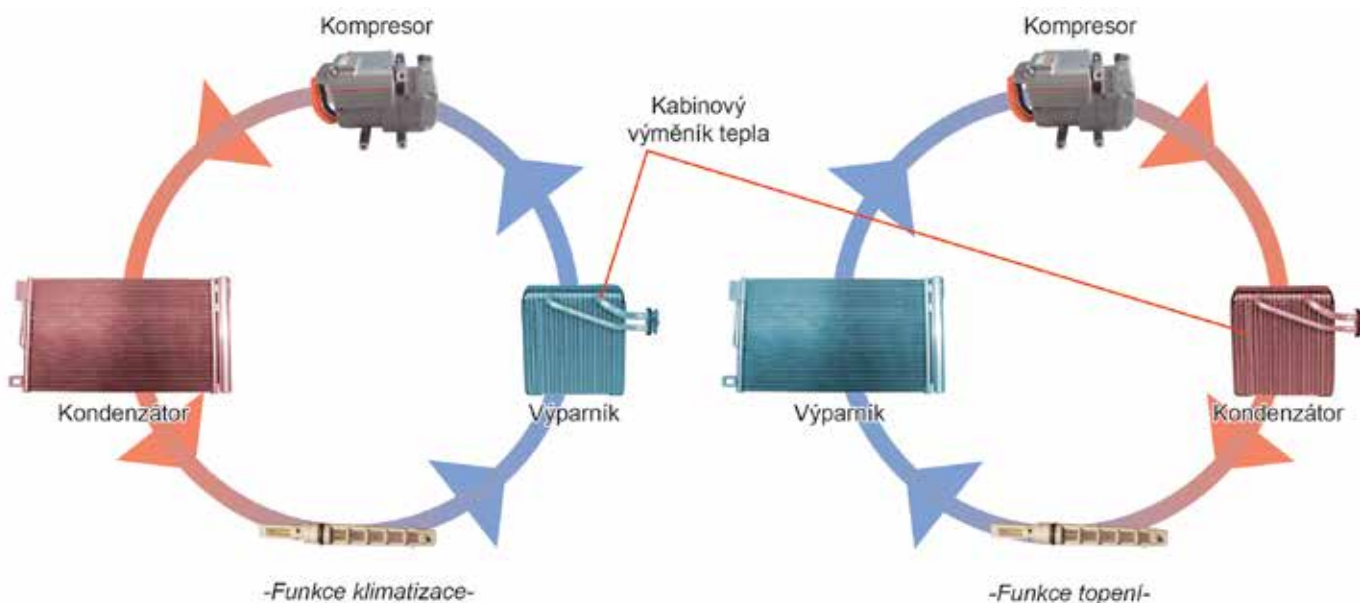
Použitý plyn závisí na roku výroby vozidla. Nejběžnějším je R-134a a 1234-yf.



V zájmu zvýšení dojezdu může být mnoho elektromobilů naprogramováno tak, aby mohlo být předvídáno topení nebo chlazení kabiny během dobíjení akumulátoru vozidla. V takovém případě je energie, jež je k tomuto účelu vyžadována, získávána z elektrického systému domácnosti namísto z akumulátoru.

Jiná vozidla, jako je například Renault ZOE, používají reverzibilní systém klimatizace, který umožňuje ohřev a chlazení vzduchu. Výměník tepla v kabině pracuje jako kondenzátor pro vydávání tepla, nebo jako výparník pro uvolňování čerstvého vzduchu. Ke změně funkce obou výměníků tepla je použita soustava elektroventilů.

Zařízení pro ovládání klimatizace vozidla na druhou stranu zasahuje do chlazení trakčního akumulátoru.



## ÚDRŽBA

Elektromobily podléhají specifické údržbě stejně jako vozidla se spalovacími motory. Při běžné údržbě se provádějí následující kontroly a prohlídky:

- Výměna chladicí kapaliny každých 5 let nebo po 150 000 km. Výměnu je nutné provádět podle specifikací výrobce.
- Výměna brzdové kapaliny po každých 120 000 km nebo 4 letech podle doporučení výrobce. Zároveň je třeba upozornit na to, že brzdové destičky v těchto vozidlech mají obvykle delší životnost oproti destičkám v běžném vozidle, neboť jejich opotřebení snižuje rekuperační brzdění v elektromobilech.
- Sestava reduktoru používá ozubené převody v olejové lázni. Hladinu oleje je doporučeno kontrolovat po každých 30 000 km (tyto údaje se zakládají na kontrole vozidla).
- Někteří výrobci doporučují, aby byl 12V akumulátor v těchto elektromobilech měněn po každých 3 letech jako preventivní opatření.

Je důležité pamatovat, že mnoho elektromobilů používá speciální pneumatiky.

Vzhledem k vysokému krouticímu momentu těchto vozidel jsou pneumatiky vyrobeny s vysokým součinitelem tření. Někteří výrobci v zájmu zvýšení dojezdu vozidla (zvýšení až o 10 % v závislosti na vozidle) volí pneumatiky většího průměru, avšak užšího profilu, jež mají nízký valivý odpor. Jejich interval výměny závisí na dlouhodobém opotřebení.

- Kabinový filtr je doporučeno měnit po každých 30 000 km.
- Filtr vysoušeče klimatizace je doporučeno měnit každé 2 roky.
- Je-li nutné otevřít okruh klimatizace, je důležité pamatovat na specifikace oleje kompresoru, neboť tento olej musí být typu POE. Tento olej disponuje specifickými elektrickými izolačními vlastnostmi, jež chrání kompresor před elektrickými rázy produkovanými motorem.

Stejně jako u běžného vozidla je rovněž nutné pravidelně kontrolovat pneumatiky, kapalinu do ostřikovačů, stěrače, žárovky a udržovat a případně měnit následující pohyblivé součásti:

- součásti hydraulické brzdy
- kulové klouby
- ložiska
- součásti řízení a zavěšení





EureTechFlash aims to demystify new technologies and make them transparent, to stimulate professional repairers to keep pace with technology.

Complementary to this magazine, EureTechBlog provides weekly technical posts on automotive topics, issues and innovations.

Visit and subscribe to EureTechBlog on [www.euretechblog.com](http://www.euretechblog.com)

**Eure!Car**  
CERTIFIED MASTERCLASSES

Úroveň technické kvalifikace mechaniků je velmi důležitá a v budoucnu může hrát rozhodující roli pro samotnou

sídlí v belgickém městě Kortenberg ([www.ad-europe.com](http://www.ad-europe.com)). Program Eure!Car zahrnuje ucelenou řadu velmi kvalitních technických školení pro profesionální mechaniky, která se konají pod záštitou národních organizací AD a jejich distributorů ve 39 zemích.

existenci autoservisu.

Eure!Car je iniciativa společnosti Autodistribution International, která

Navštivte stránky [www.eurecar.org](http://www.eurecar.org), kde najdete více informací a můžete si vybrat školicí kurz.

industrial partners supporting Eure!Car



## Hybrid technology



Vyloučení odpovědnosti: informace uvedené v tomto zpravodaji nejsou vyčerpávající a jsou poskytovány pouze k informačním účelům. Vydavatel nenes odpovědnost za informace zveřejněné příspěvateli.